

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт
з дисципліни

ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

*(для студентів 4-5 курсів усіх форм навчання
за напрямом підготовки 6.050702 «Електромеханіка»)*



Харків
ХНАМГ
2012

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Діагностування електрообладнання транспортних засобів» (для студентів 4-5 курсів усіх форм навчання за напрямом підготовки 6.050702 «Електромеханіка») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: С. М. Єсаулов, О. Ф. Бабічева. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 48 с.

Укладачі: С. М. Єсаулов,
О. Ф. Бабічева

Рецензент: канд. техн. наук А. К. Бабіченко (ХНТУ «ХП»)

Ці методичні вказівки призначені для вивчення курсу діагностування електрообладнання транспортних засобів різного призначення і виконання лабораторних робіт.

Затверджено на засіданні кафедри електричного транспорту,
протокол № 1 від 29.09.2012 р.

ВСТУП

Мета лабораторних занять з дисципліни «Діагностування електрообладнання транспортних засобів» – закріпити знання студентів з вивчення компонентів сучасних діагностичних пристроїв, навчити самостійно й грамотно читати готові електричні принципові схеми електрообладнання, аналізувати роботу окремих вузлів експлуатованої й діагностичної техніки, досліджувати та розробляти компоненти електронних пристроїв, розробляти схеми за допомогою електронного редактора, користуючись каталогами, навчитися вибирати необхідні елементи для реалізації діагностичних пристроїв на транспорті різного призначення.

Лабораторні роботи виконуються на основі пакету програм SINSYS (синтез систем автоматики).

Програму SinSys можна знайти на сайті www.ksame.kharkov.ua/moodle (курс дистанційного навчання «Діагностика електрообладнання транспортних засобів»).

Для перевірки знань умовних позначень електричних схем і розрахунків номіналів компонентів (тести) необхідно в середовищі програми SinSys попередньо виконати наступні дії: Test1 – <Ctrl+Z>; Test2 – <Ctrl+Alt+C>.

Звіти по лабораторних роботах повинні виконуватися відповідно вимогам до їх змісту, які приводяться в «Зміст звіту» для кожної лабораторної роботи.

Студенти дистанційної форми навчання (заочна форма) лабораторні роботи виконують за допомогою персонального комп'ютера, заздалегідь встановивши на ньому програму SinSys (програму можна закатати на сайті www.ksame.kharkov.ua/moodle). Звіти по лабораторним роботам виконуються в середовищі MS Word з рисунками, графіками, посиланнями на використовувані джерела в Інтернет і зберігаються у вигляді окремого файлу з ім'ям <Лаб.раб.№__Прізвище І.Б.>.

Усі звіти для перевірки слід відправляти на сайт курсу дистанційного навчання «Діагностика електрообладнання транспортних засобів», розділ «Лабораторные работы», папка «Лабораторные работы» (натиснути покажчиком мишки іконку папки, «завантажити» підготовлений варіант звіту з будь-якого доступного джерела, натиснути кнопку «ОТПРАВИТЬ»), проконтролювати результат відправлення матеріалів публікації «Операция завершена» і автоматичної реєстрації електронних матеріалів, що поступили на сайт для перевірки (у правому полі курсу <Лабораторна робота №__ Прізвище І.Б.>).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

РОЗРОБКА І АНАЛІЗ КРС ДЛЯ КЕРУВАННЯ СИЛОВИМ ЕЛЕКТРИЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ

Мета роботи: навчитися читати контактно-релейні схеми (КРС), складати опис їх роботи, змінювати електричні і функціональні властивості схеми, складати діаграму взаємодії компонентів схем і карту перевірки елементів для пошуку знайдених несправностей.

Короткі дані з теорії

Електрична схема – це конструкторський документ, в якому частини електротехнічного пристрою і зв'язки між ними зображені умовно. Електричні схеми електроустановок повинні бути зрозумілі всім, кому доводиться з ними працювати. Складання схем передбачає підготовку документа, з якого можна зрозуміти принцип дії пристрою, з'ясувати призначення всіх елементів, знайти спосіб реалізації певного алгоритму дії схеми і багато чого іншого.

Дискретні електротехнічні елементи – контакти вимикачів, тумблерів, кнопок, реле, включені в ланцюг живлення електричного устаткування, при замиканні і розмиканні забезпечують переривчастість електричного струму в ланцюзі. При включенні, наприклад, тумблера (при замиканні контактів) забезпечується з'єднання джерела живлення з електродвигуном, сигнальною лампою, звуковим випромінювачем і т.п. При вимиканні тумблера (при розмиканні контактів) електричний ланцюг розривається і електричні апарати, агрегати, споживачі від'єднуються від джерела живлення.

При використанні дискретних контактних пристроїв як прийомних чи виконавчих елементів у системах автоматики формуються інформаційні чи керуючі електричні величини потенційним способом у вигляді значень «1» й «0». Потенційним величинам 1 і 0 відповідають високий або низький рівень напруги у відповідній точці електричної схеми (потенційний код).

Опис лабораторного стенда

Лабораторний стенд «ПЭ-ДД» (рис.1.1, 1.2) складається з джерела живлення Ужив., контактів SA1, SA2, SA3 (елементи керування чи приймальні елементи), сигнальної лампи EL1 (елемент візуальної інформації – виконавчий елемент (ВЕ)), п'єзoeлемента BF1 (джерело аудіо інформації – ВЕ) і електричного двигуна М – ВЕ.

Робота схеми. При включенні джерела живлення включається електричний двигун М. При замиканні контактів SA1 джерело живлення Ужив. (Упит.) через контакти SA2в, SA3 з'єднується з сигнальною лампою EL1. Якщо контакт SA2 (з верхнього положення SA2в) перемкнута в нижнє положення (SA2н), то сигнальна лампа EL1 погасне, а випромінювач звукових коливань

BF1 включиться. При відключенні джерела живлення схема повертається у вихідне положення.

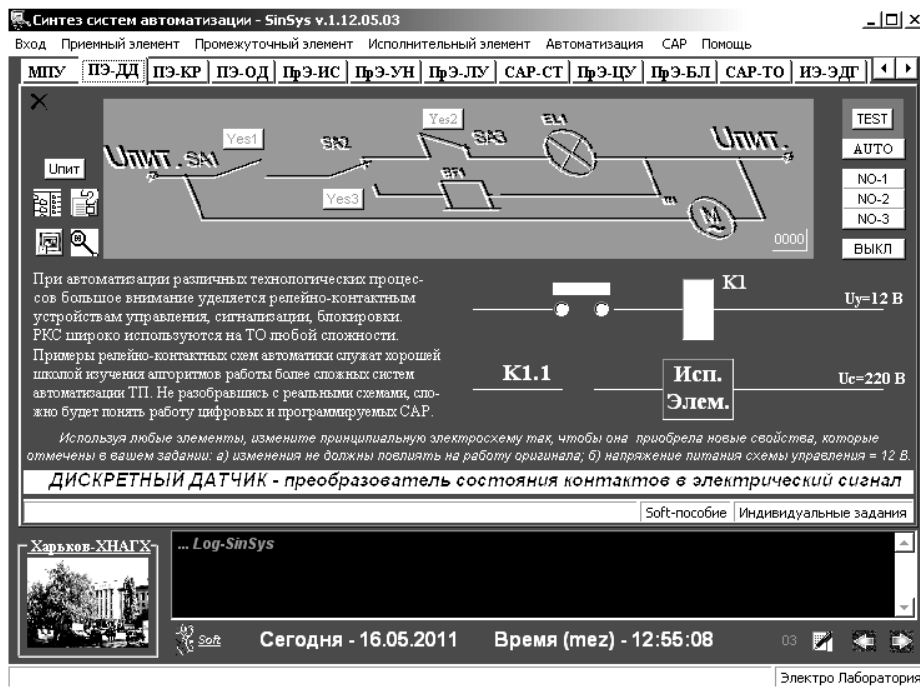


Рис. 1.1 – Лабораторный стенд «ПЭ-ДД» в пакете программ SINSYS

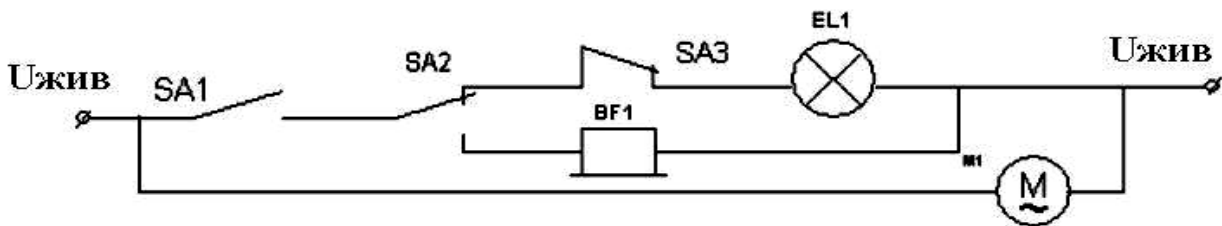


Рис. 1.2 – Электрична схема включения двигателя, сирени, лампы

При реалізації схеми керування U_y на базі проміжних реле розглянутий пристрій на рис.1.2 прийме наступний вигляд (рис.1.3).

В даній схемі приймальні елементи F_{pi} формують команди керування для відповідних проміжних реле K_i . Особливістю даної схеми є використання реле $K1$, яке виключає можливість вмикання ВЕ без оператора.

Для розширення функціональних можливостей схеми в ній передбачені резервні реле $K5 - K7$.

Наприклад, для того щоб передбачити включення однофазного електродвигуна вентилятора примусового охолодження обладнання при включенні сигналізації (BF1) необхідно в схему внести наступні додаткові елементи: електродвигун $M2$ вентилятора, типові засоби захисту $M2$ від короткого замикання і перенагріву $KT1$, проміжне реле $K8$ і елемент $EL2$ візуальної сигналізації включення $M2$. Результат удосконалення керованого обладнання для конкретного технологічного об'єкта ілюструє рис. 1.4.

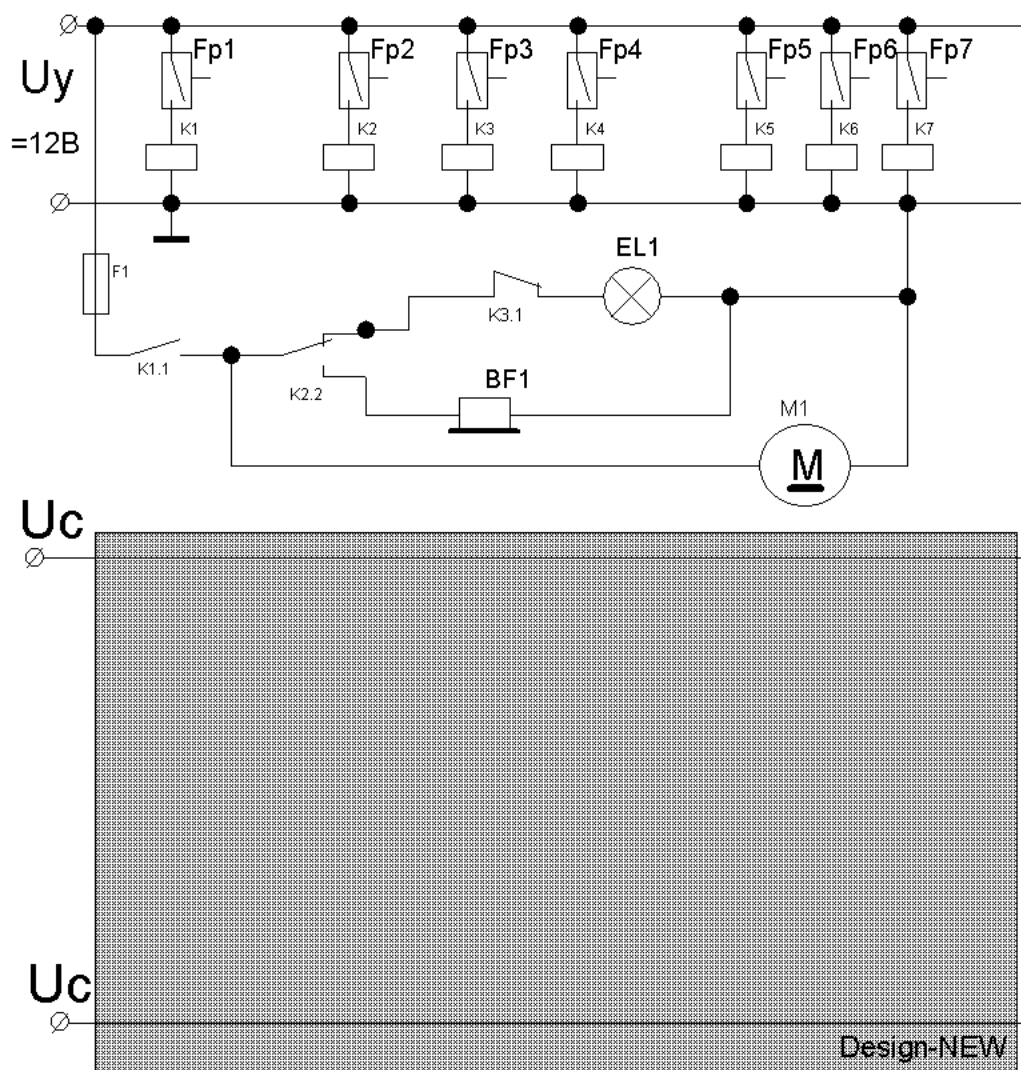


Рис. 1.3 – Принципова електрична схема дискретного керування виконавчими елементами:

Fp1 – датчик вмикання блока керування; *Fp2* – *Fp4* – датчики проміжні; *Fp5* – *Fp7* – датчики резервні; *M* – електродвигун; *EL1* – сигнальна лампа; *BF1* – акустичний пристрій; *Uy* – джерело живлення керуючого пристрою; *Uc* – джерело електроживлення силового обладнання; *F1* – запобіжник; «Design-NEW» – схема реалізації завдання

Оскільки для реалізації запропонованої схеми (рис.1.4) необхідно вибрати комплектуючі компоненти, при проектуванні необхідно відразу складати проект заказаної специфікації (табл.1.1).

Таблиця 1.1 - Опис елементів КРС керування

Позиційне позначення	Найменування	Характеристика	Кількість, шт.	Примітка
M2	Електродвигун	~220 В, 150 Вт	1	Однофазний
K8	Реле проміжне	=12 В	1	2 н.р.
K9	Реле проміжне	~220 В	1	1 н.р.
KT1	Реле теплове	~220 В, 5А	1	
EL2	Лампа сигнальна	12 В, 0,7А	1	Червоний світлофільтр

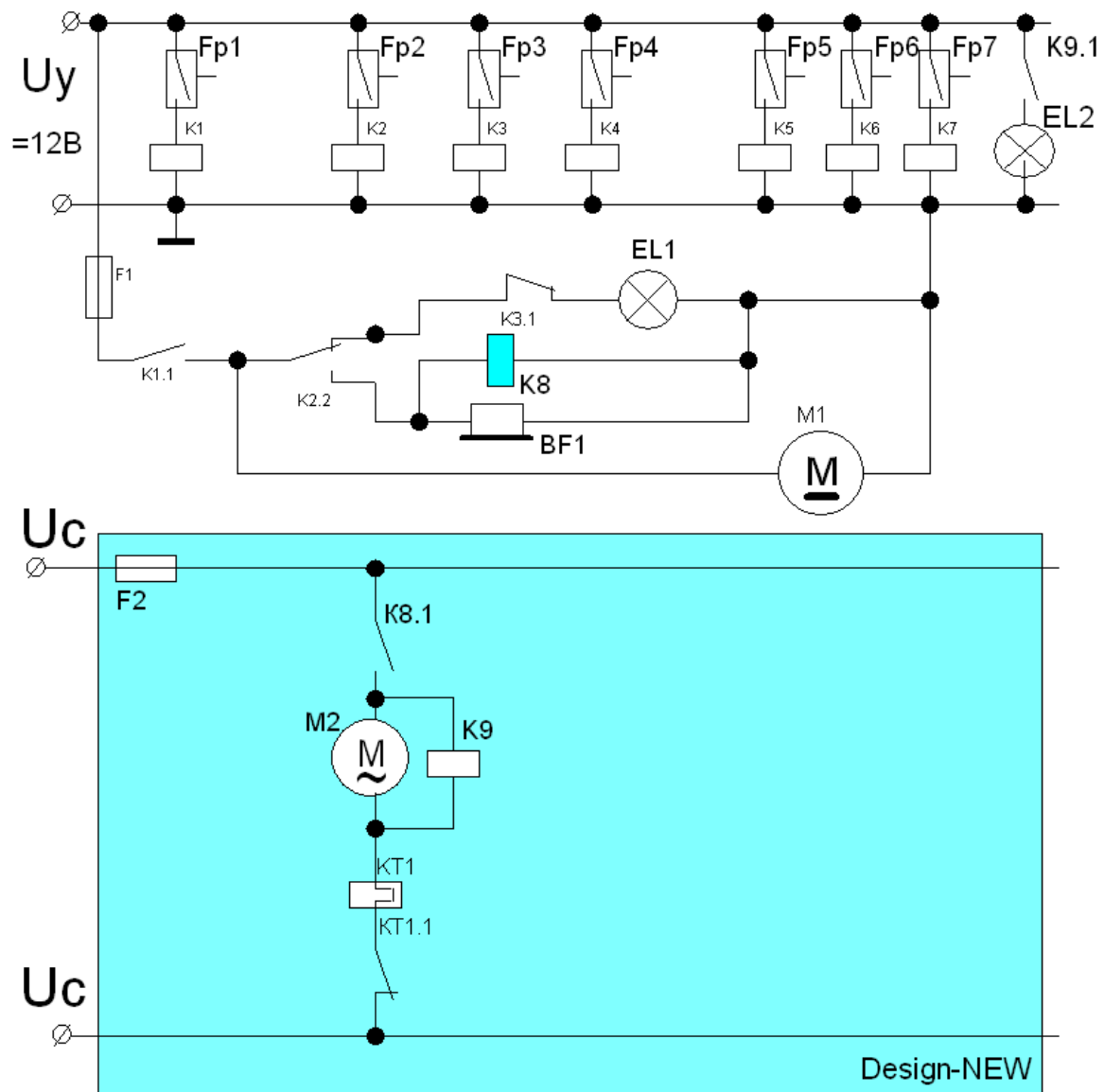


Рис. 1.4 – Реалізація завдання в принциповій електричній схемі дискретного керування виконавчими елементами:

M2 – електродвигун вентилятора; *K8, K9* – проміжне реле;
KT1 – теплове реле; *F2* – запобіжник; *EL2* – сигнальна лампа

Для аналізу роботи КРС зручно користуватися діаграмою взаємодії елементів схеми. Для розробленої частини схеми «Design-NEW» діаграму ілюструє рис. 1.5.

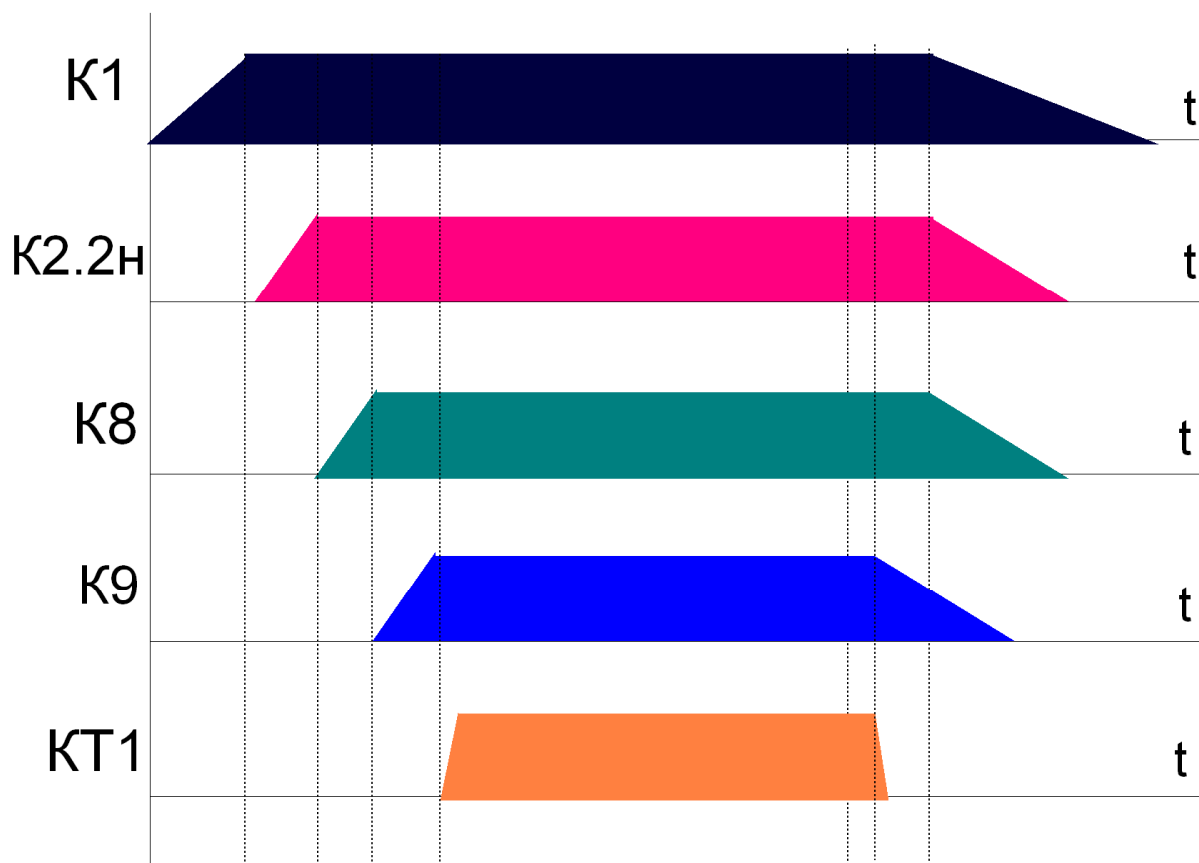


Рис. 1.5 – Діаграма взаємодії елементів КРС

Діаграма на рис. 1.5 допомагає при пошуку несправностей, підготовці інструкції (керівництва) для ремонту обладнання, а також при розробці алгоритмів автоматичної діагностики КРС на діючому обладнанні при розробці сучасних автономних засобів самодіагностування схем.

Завдання

1. Вивчити взаємодію компонентів і принцип роботи електричної схеми на базі КРС, яка реалізується на стенді «ПЭ-ДД».
2. Вивчити роботу схеми на стенді при використанні кнопки «TEST» и на прикладі освоїти прийоми реалізації алгоритму в реальній схемі (див. приклад в **<Help-2 SinSys> або <F2> > <Windows–SoftWare>><Практические вопросы> > <KPC>**).
3. Освоїти прийоми словесного опису КРС.
4. Згідно індивідуальному завданню підготувати проект реалізації нових функціональних властивостей в діючому стенді на базі контактно-релейних елементів.
5. Підготувати проект заказної специфікації для запропонованої частини схеми.
6. Скласти діаграму взаємодії елементів розробленої частини схеми.
7. Запропонувати інструкцію для пошуку несправностей, використовуючи діаграму взаємодії елементів.

Порядок виконання роботи

1. Відкрити електронний лабораторний стенд ПЭ-ДД.
2. Ознайомитися з усіма відкритими і спливаючими поясненнями до елементів стенда.
3. Ознайомитися з умовними позначеннями всіх елементів і принципом дії електричної схеми.
4. Вивчити роботу схеми на стенді при використанні кнопки «TEST» і на прикладі освоїти прийоми реалізації алгоритму в реальній схемі (див. приклад в <Help-2 SinSys> або <F2> ► <Windows–SoftWare>►<Практические вопросы> ► <КРС>).
5. Змінити вихідну електричну схему пристрою таким чином, щоб забезпечити виконання алгоритмів, що відображають індивідуальне завдання для удосконалення КРС.
6. Скласти схему включення ВЕ відповідно до завдання (табл.Д1). **Приклад виконання розглянуто в <Help-2 SinSys> або <F2> ► <Windows–SoftWare>►<Практические вопросы> ► <КРС>.**
7. Підготувати заказну специфікацію.
8. Побудувати діаграму взаємодії елементів запропонованої частини КРС.
9. В середовищі електронного проектування sPlan 4.0 або КОМПАС («Помощь»► <Нlp-08 САПР схем> або <Ctrl+S> ► <sPlan 4.0>) підготувати схему пристрою відповідно до завдання.
10. Підготувати проект інструкції пошуку несправностей в розробленій частині схеми.

Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити: мету роботи, електричну схему стенда, специфікацію елементів і електричних апаратів заданої схеми, розроблений варіант схеми включення електричних пристроїв відповідно завданню, діаграму взаємодії елементів схеми, словесний опис виконаної схеми, проект інструкції для пошуку несправностей в розробленій частині схеми.

Контрольні питання:

1. Поясніть принцип дії контактного дискретного елемента.
2. Які Вам відомі конструкції контактних дискретних елементів?
3. Що таке дискретний приймальний елемент?
4. Що таке виконавчий елемент дискретного типу?
5. Що такий сигнальний пристрій дискретної дії?
6. Поясніть принцип дискретного керування виконавчим електричним механізмом?
7. Що відображає діаграма взаємодії елементів?
8. Які компоненти обов'язково повинні бути в ланцюгах керування силовими виконавчими елементами.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАЧА ДИСКРЕТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА БАЗІ ОПТОПАРИ

Мета роботи: вивчення принципу роботи й дослідження формувача дискретного інформаційного сигналу виконаного на фотодіоді з використанням додаткових елементів.

Короткі відомості з теорії

Основними структурними ланками оптоелектронних схем контролю параметрів електричного устаткування є випромінювачі й фотоприймачі, що забезпечують перетворення струму і напруги, наприклад, у контактній мережі, оптичними способами в електричні інформаційні сигнали. Застосування оптоелектронних засобів успішно розв'язує проблему електричної розв'язки силових і керуючих ланцюгів, узгодження за швидкодією і взаємодією низьковольтних апаратів цифрової автоматики з силовим обладнанням на об'єктах транспорту.

Основу елементної бази оптоперетворювачів становлять оптрони, в яких використовується принцип фотоелектричного перетворення у твердому тілі за допомогою внутрішнього фотоефекта, з одного боку, і електролюмінісценції – з другого. Фотодіоди, фототранзистори, фоторезистори, фототиристри, електролюмінісцентні конденсатори становлять основну елементну базу оптичних випромінювачів і приймачів.

Вибір оптичних ПЕ залежить від багатьох факторів, найважливішим з яких є *режим роботи* – імпульсний, повторно короткочасний або тривалий фотовипромінювача, оптопари. Гранично припустима амплітуда струму фотовипромінювача I_{II} в пристрої контролю визначається залежністю

$$I_{II} = Q \cdot I_{cm}, \quad (2.1)$$

де Q – коефіцієнт перевантаження за потужністю;

I_{cm} – статичний струм фотовипромінювача.

При контролі електричних величин, що змінюються з значних меж (номінальний режим, коротке замикання, відсутність навантаження) конструюють схеми, що забезпечують струмобмежуючі умови експлуатації фотовипромінювача. Реалізацією принципу такого рішення може бути схема (рис.2.1), де напруга пробою обмежувача на стабілітроні VD1 залежить від максимально припустимої контрольованої напруги U_K . У послідовному ланцюзі R_d1 , $DA1$, VD1 номінальну величину додаткового (баластного) резистора R_d1 можна визначити за формулою:

$$R_d = \frac{U_K}{I_{cmб}}, \quad (2.2)$$

де $I_{cmб}$ – номінальний струм стабілітрона.

Варіювання додаткового резистора в подібних більш складних схемах дозволяє змінювати опорне значення контрольованої напруги і вибирати необхідні дискретні величини контролю U_K .

Для контролю струму в електричних ланцюгах з використанням резисторів - шунтів R_{III} застосовуються аналогічні схеми контролю спадання напруги на R_{III} .

Опис лабораторного стенда

Лабораторний стенд «ПЭ-ОД» реалізує схему (рис.2.1, 2.2) оптичного формувача контрольованої напруги. Стенд призначений для вивчення принципу роботи, експериментів і розрахунку оптичних приймальних елементів, використовуваних для безконтактного дискретного контролю напруги і струму в електричних ланцюгах.

Задаючи величини напруги або струму, виконують розрахунок R_D , R_{III} або R_6 (баластного резистору) при натисканні на відповідні кнопки **СЧЕТ Rш** або **СЧЕТ R6**.

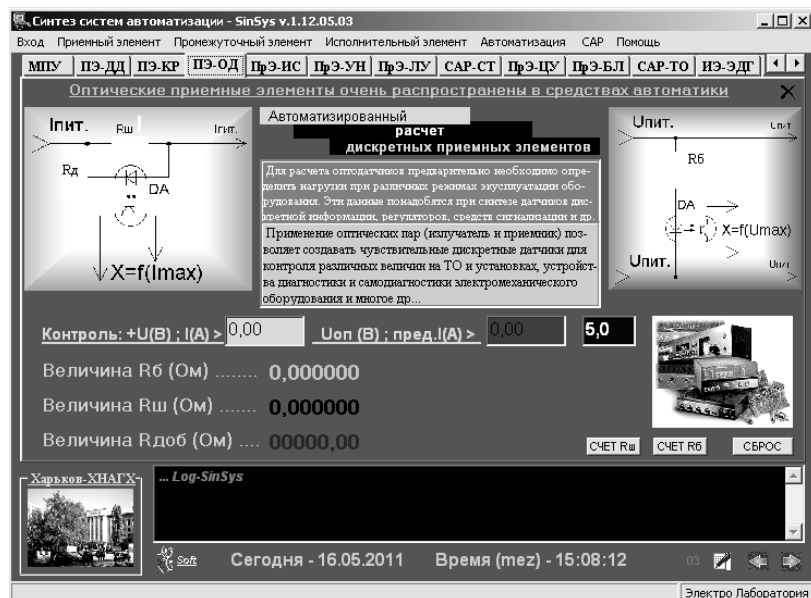


Рис. 2.1 – Лабораторный стенд «ПЭ-ОД» в пакете программ SINSYS

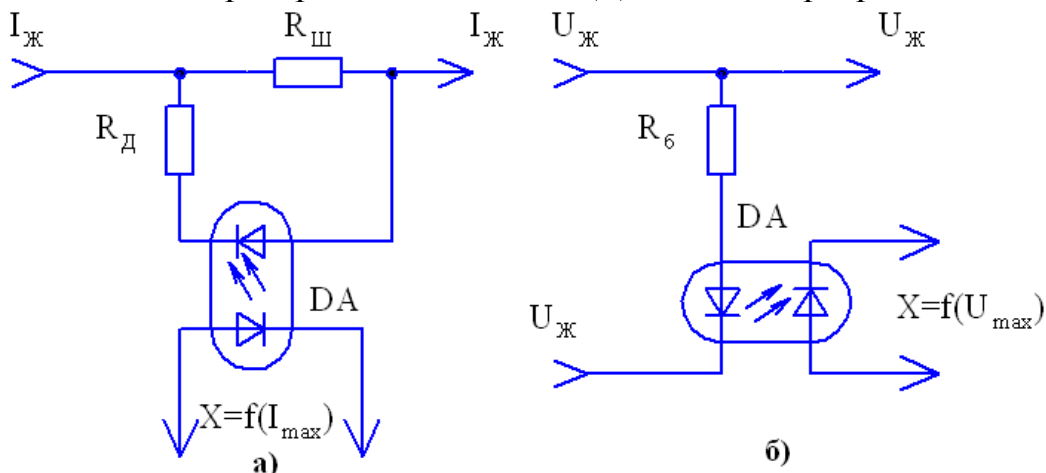


Рис. 2.2 – Схеми оптичних пристроїв для контролю електричних величин:
а – оптичний амперметр; б – оптичний вольтметр

Для підвищення селективності оптичного вимірювального пристрою, можна скористатися електричними властивостями стабілітрона VD, змінивши початкові схеми (рис.2.2а, б). На рис. 2.3 ілюструються селективні оптичні амперметр A й вольтметр V.

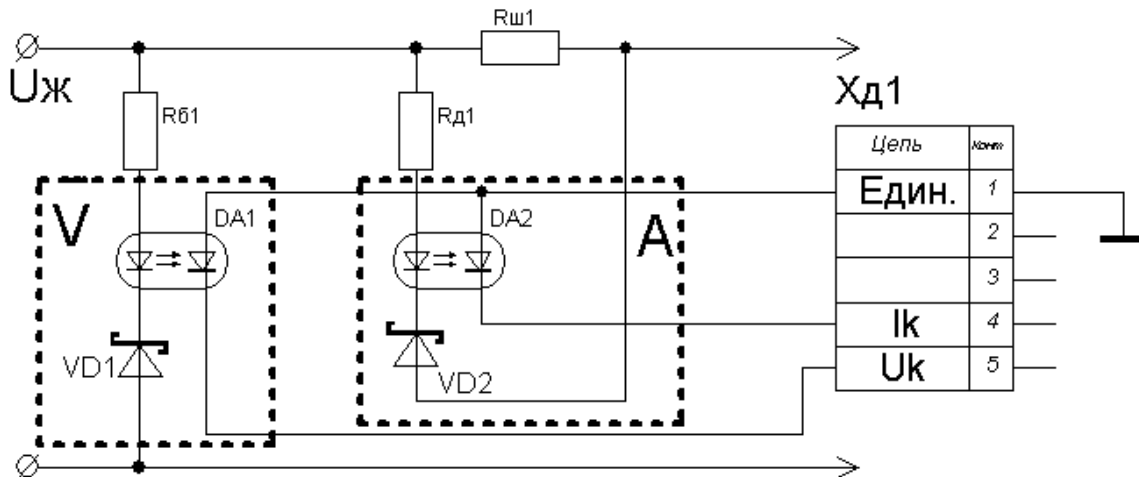


Рис. 2.3 – Схеми використання селективних пристроїв для контролю електричних величин:

V – вольтметр, *A* – амперметр, *Xд1* – розйом для контролю і діагностування електричних параметрів; *Ik* – клемма для контролю струму; *Uk* – клемма для контролю напруги

Завдання

1. Вивчити принцип роботи дискретного формувача інформаційного сигналу на базі оптопари (рис.2.2, 2.3).
2. Експериментально вивчити роботу оптичного формувача і скласти таблицю (табл. 2.1) для розрахунку $R_{Д}$ - додаткових чи баластних резисторів та $R_{ш}$ - шунтів заданих контрольованих величин.
3. Користуючись даними таблиці розрахунків, запропонувати електричну принципову схему (індивідуальні завдання) дискретного контролю роботи кожного компонента (діагностика справності обладнання). Виконати схему з вказівкою обраних номіналів усіх компонентів.

Таблиця 2.1 – Параметри оптичного формувача

Контрольований елемент	Параметр	$R_{ш}$	$R_{Д}$	$R_{б}$	Межа знач. I	$R_{шo}$	$R_{до}$	$R_{бo}$	Прим.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сигнальна лампа <i>EL</i>	0,5A				<i>предI</i>				$=U$
Проміжне реле <i>K</i>	0,7A				<i>предI</i>				$=U$

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Звуковий сигнал BF	1A				$предI$				$=U$
ЕДГ в оригінальній частині схеми \tilde{M}	5A				$предI$				$=U$
Всі ЕДГ (110,220,380В та ін.)	50A				$предI$				$\sim I$
Напруга живлення $U_{Ж}$	12В				$U_{оп}$				$=U$
Напруга U_C	відповідно до завдання				$U_{оп}$				$\sim U$

Порядок виконання роботи

1. Відкрити електронний лабораторний стенд «ПЭ-ОД».
2. Ознайомитися з усіма відкритими і спливаючими поясненнями.
3. За таблицею взаємодії (лабораторна робота №1) визначити струми споживані при розглянутих режимах (рядки табл.1.1): працює один двигун, працює два двигуна... і т.п.
4. Визначити параметри оптичного датчика струму і напруги для всіх елементів схеми (табл.2.1).
5. Скориставшись вікнами вводу вихідних даних, зробити розрахунки відповідно індивідуальному завданню (отримати у викладача), розраховуючи $R_{ш}$, R_d , R_b при $U_{оп}$ і $I_{пред}$, дорівнюючими нулю, а $R_{шо}$, $R_{до}$, $R_{бо}$ при обраних величинах $U_{оп}$ і $I_{пред}$. Результати розрахунків внести до табл.2.1.
6. Запропонувати схему (лабораторна робота №1) з оптодатчиками для контролю значень напруги силового та управляючого ланцюгів з виконавчими елементами (EL , BF , M та ін.).
7. Скласти таблицю клем Хд–разіому діагностування для аналізу справності компонентів схеми у вигляді табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Перечень клем діагностичного разіому для контролю параметрів і елементів схеми

Компоненти схеми	Клема діагностування
XX1	Напруга
XX2	Струм
...	Сигналізація 1
XN_n	...
Єдиний	Корпус, земля

Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити: мету роботи, схему дискретного ПЕ, таблицю розрахунків, графічні залежності, висновки.

Контрольні питання:

1. Пояснити принцип формування дискретних інформаційних сигналів.
2. Використовуючи ілюстрації, поясніть принцип формування вихідного сигналу ПЕ на основі оптопари.
3. Поясніть принцип створення оптичного формувача інформаційного сигналу для контролю декількох електричних величин.
4. У чому полягає гальванічна розв'язка керуючих і силових ланцюгів?
5. Чи можна оптопару віднести до потенційних логічних елементів?
6. Для чого у пристроях передбачають діагностичні разйоми?

ДОСЛІДЖЕННЯ І ОБРОБКА АНАЛОГОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ФОРМУВАЧА З МОДУЛЯТОРОМ

Мета роботи: досліджувати роботу аналогового перетворювача початкової інформації з модулятором і обробити результати вимірювань.

Короткі відомості з теорії

При розробці систем автоматизації використовуються різні приймальні елементи для вимірювання електричних величин: напруги, струму, опору, ємності та ін. Для передачі результатів вимірювання на відстань застосовуються додаткові перетворювачі початкової інформації.

Відомо, що джерела інформації можуть бути *аналоговими* і *дискретними*.

Аналогові сигнали є безперервною функцією часу $x(t)$ і можуть мати будь-яке значення з безперервного діапазону амплітуд.

Дискретні сигнали – існують в дискретні проміжки часу $x(kT)$ і характеризуються послідовністю чисел k за фіксованим часом T . Дискретний сигнал завжди має кінцеве число амплітуд.

У САР аналогова інформація часто перетворюється в цифрову.

Цифрова інформація – послідовність кінцевого набору цифр і символів (знаків).

Знак – послідовність двійкових цифр, використовуваних в стандартних кодах (ASCII - Американський стандарт, код Бодо, код Морзе та ін.).

Двійкова цифра (біт) – фундаментальна одиниця інформації для всіх цифрових систем.

Потік бітів – послідовність бінарних цифр (нулів і одиниць), так званих низькочастотних сигналів.

Символ – цифрове повідомлення з декількох бітів.

Приклади формування інформаційних сигналів ілюструє стенд «ПРЭ-МД» в розділі «Сигналы» (для активації стендів натиснути кнопку «СНОВА»).

Натиснення кнопок «**Виды сигналов**» і «**Моделирование информационных сигналов**» дозволяє селективно активувати відповідні моделі, а на екрані користувач може спостерігати багато відомих осцилограм інформаційних сигналів (рис.3.1).

Для передачі даних на відстань використовуються *низькочастотні* (двохпроводна, коаксіальна лінія) і *високочастотні* (системи радіозв'язку) канали. Сама інформація захищається від зовнішніх перешкод, джерелами якими можуть бути системи запалення автомобілів, зварювальні апарати, несправні електродвигуни та ін. Часто для підвищення перешкодозахищеності інформаційних повідомлень від датчиків–перетворювачів застосовують модуляцію. *Модулятор* – пристрій, за допомогою якого здійснюється керування параметрами гармонійних електромагнітних коливань несучого сигналу,

взаємопов'язаними із інформаційними повідомленнями. Несучий сигнал (переносник інформації) – синусоїдальні коливання високої частоти.

Оскільки в перетворенні контрольованої величини в складних системах автоматики беруть участь багато проміжних пристроїв, то результат вимірювання завжди має помилку. Об'єктивні похибки вимірювання параметра, обумовлені використанням вимірювальної і перетворювальної техніки, припускають обов'язкову оцінку точності вимірювань всім вимірювальним комплектом і визначення його класу точності відповідно з існуючими ДСТ.

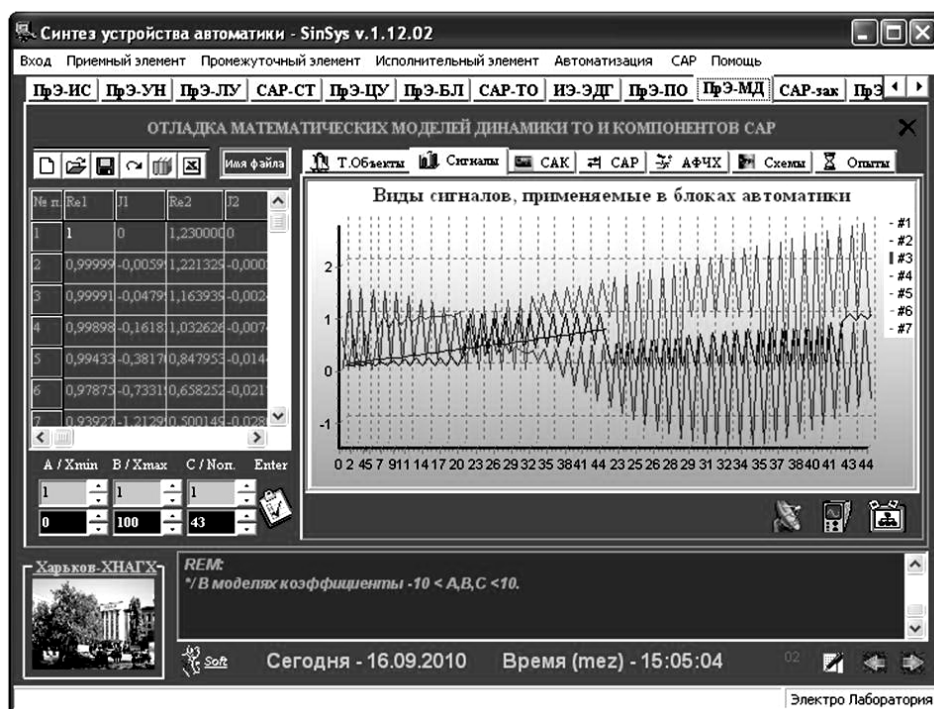


Рис. 3.1 – Стенд демонстрації видів інформаційних сигналів

Згідно ДСТ 12997-76 точність приладів і вимірювальних систем повинні відповідати рядам:

0,01; 0,015; 0,02; 0,025; 0,04; 0,05; 0,06;
0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,4; 0,05; 0,06;
1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 4,0.

Найбільший інтерес завжди викликають результати непрямих вимірювань технологічних параметрів Y . Для приладів, використовуваних при цьому, доцільно завжди мати формулу зв'язку:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n), \quad (3.1)$$

де X_i – вимірювані аргументи.

Початковими даними є ряди спостережень аргументів.

Обробка різного об'єму результатів вимірювань передбачається методами, що розглядаються у відповідних ДСТ і нормативних документах. При непрямих вимірюваннях передбачається: перевірка відсутності кореляції між результатами спостережень пари аргументів; визначення результатів

вимірювань; визначення оцінки випадкової похибки; визначення оцінки не вимкненої систематичної похибки; визначення довірчих меж загальної похибки. Менш трудомісткі розрахунки проводяться, якщо використовуються прилади із заданою похибкою.

Вимірювальні прилади характеризуються також чутливістю (зміна показань приладу при зміні вимірюваної величини), яка не пов'язана з похибкою приладів. Проте, поріг чутливості – найменша зміна вимірюваної величини, що викликає зміну вихідної величини (свідчень цифрового індикатора) слід враховувати.

Наприклад, для визначення потужності Q постійного струму, якщо відомі результати вимірювань струму (клас точності амперметра – 0,1) і напруги (клас точності вольтметра – 0,1): $I = 5 \pm 0,05 \text{ A}$, $U = 12 \pm 0,2 \text{ В}$ з вірогідністю $P = 0,95$ визначають:

– найбільш вірогідне значення потужності

$$Q = UI = 12 \cdot 5 = 60 \text{ Вт};$$

– знаходять приватні похідні, використовуючи формулу зв'язку

$$Q = UI; \quad (3.2)$$

$$\frac{\delta Q}{\delta U} = \frac{\delta(UI)}{\delta U} = I; \quad (3.3)$$

$$\frac{\delta Q}{\delta I} = \frac{\delta(UI)}{\delta I} = U. \quad (3.4)$$

Використовуючи вирази (3.3; 3.4), підставимо їх у формулу імовірнісної похибки R_Q :

$$R_Q = \left[\left(\frac{\delta(UI)}{\delta U} \right)^2 \cdot R_U^2 + \left(\frac{\delta(UI)}{\delta I} \right)^2 \cdot R_I^2 \right]^{0,5}; \quad (3.5)$$

$$R_Q = [5^2 \cdot 0,2^2 + 12^2 \cdot 0,05^2]^{0,5} = [1 + 0,36]^{0,5} = 1,17 \text{ Вт}.$$

Результати непрямих вимірювань запишуться у вигляді

$$Q = 60 \text{ Вт}; \Delta = \pm 1,17 \text{ Вт}; P = 0,95.$$

Помилка вимірювання в %-ах складає $(1,17 \cdot 100) / 60 = 1,95\%$ (клас=2,0).

Для більшості приладів електровимірювань встановлені наступні класи точності 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0. Клас точності на приладах

позначають числом, яке відповідає допустимій основній відносній похибці, вираженій у відсотках.

Так при вимірюванні потужності приладом класу 1,0 відносна похибка для величини 100 Вт складе ± 1 Вт або $(100 \pm 1 \text{ Вт})$.

Опис лабораторного стенду

Для проведення експериментів з модулятором інформаційного сигналу використовується лабораторні стенд «ПрЭ-ЦУ» (рис.3.2).

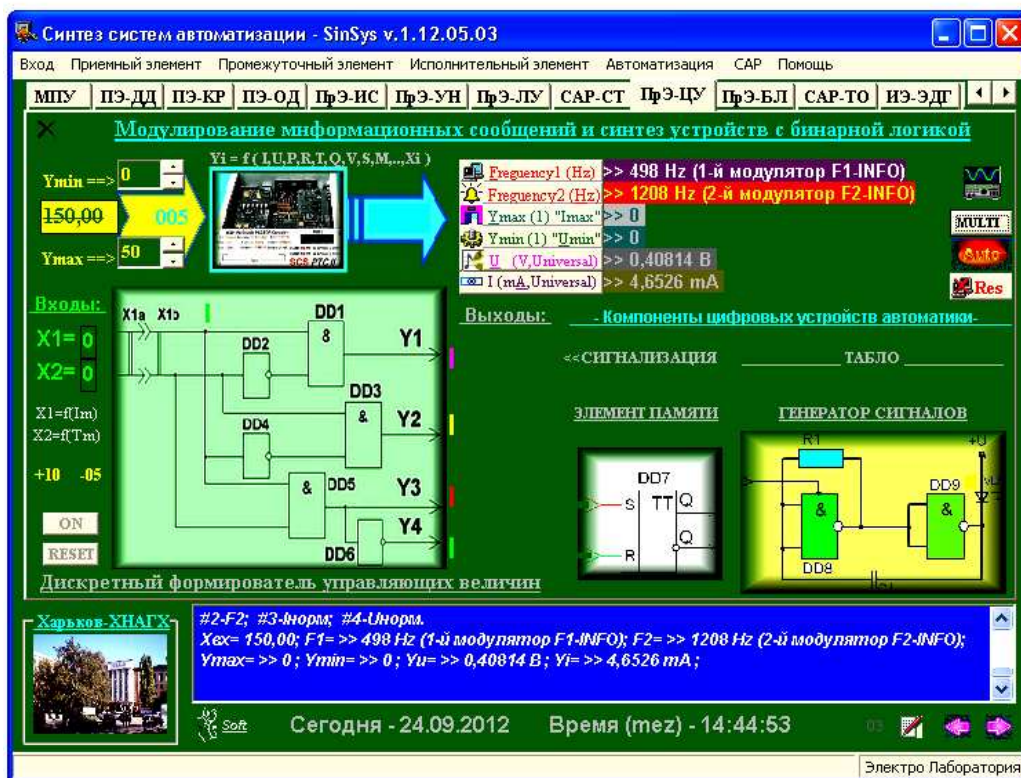


Рис. 3.2 – Інтерфейс стенду з модулятором інформаційного сигналу

Стенд «ПрЭ-ЦУ» (рис.3.2) ілюструє роботу перетворювача результатів вимірювання в низькочастотний інформаційний сигнал. Частотний модулятор (перетворювач інформаційного сигналу в певному спектрі частот) формує сигнал, який зручно передавати на відстань за будь-якими каналами зв'язку. За наявності звукової карти в ПК роботу модулятора можна контролювати і в аудіоваріанті.

При проведенні досліджень на стенді можна спостерігати роботу позиційного керуючого пристрою, що формує рівні логічних «1» і «0», використовуваних дуже часто в системах автоматизації ТО.

Відповідні «вікна-табля» вимірювальних приладів вихідних сигналів підсилювачів-нормалізаторів ілюструють роботу відомих пристроїв, що формують нормалізовані величини струму в інтервалі 0...20 мА і напруга, – 0...10 В.

Скориставшись спливаючими підказками, слід з'ясувати призначення всіх кнопок керування, вікон для вводу початкової інформації, вікон-табло, кольорових індикаторів та ін. компонентів, розміщених на стенді.

Завдання

1. Вивчити принцип роботи модулятора та інших пристроїв, розміщених на лабораторному стенді «ПрЭ-ЦУ». Для активації модулятора слід покажчиком мишки натиснути стрілку «Примеры модулирования». Активація дискретного формувача «Digital» досягається натисненням покажчиком мишки зображення логічної схеми або зображення плати збірки цифрового пристрою.

2. Запропонувати блок-схему пристрою вимірювання з модулятором.

3. Досліджувати роботу перетворювача, оснащеного модулятором.

4. Обробити результати вимірювань перетворювача інформаційного сигналу.

5. На підставі розрахункових даних про похибку перетворення інформаційного сигналу сформулювати висновки про доцільність використання модулятора.

Порядок виконання роботи

1. Відкрити лабораторний стенд «ПрЭ-ЦУ» і вивчити його роботу.

2. Переконатися в справності всіх компонентів перетворювача.

3. Дослідити роботу вимірювального перетворювача, дискретно (з рівномірним кроком) міняючи у вікні «Ток» величину струму I_c . Результати спостережень внести до табл. 3.1.

4. Визначити поріг чутливості перетворювачів (DF), здійснюючи дослідження величин струму I_c , заданих дискретно (відповідно індивідуальному завданню):

$$DF_i = \frac{I_{c \max} - I_{c \min}}{F_{i \max} - F_{i \min}}.$$

5. Обробити результати роботи модулятора, враховуючи, що перетворена інформація про величину струму в мережі використовується для визначення споживаної потужності. При розрахунках прийняти наступні початкові дані:

– клас точності датчика напруги – 1,5;

– напруга в мережі 12В;

$$Ru = \frac{12 \cdot 1,5}{100} = 0,18.$$

6. Сформулювати висновки на основі досліджень комбінованого приладу і результатів розрахунку.

Експерименти на вимірювальному стенді з модулятором для визначення помилки виміру потужності: вимір потужності виробляється за допомогою вольтметра і міліамперметра. Вольтметр має клас точності 1,5. Помилка виміру напруги 12В складає 0,18В. Для виміру струму, що змінюється в мережі, використовується датчик–перетворювач струму з модулятором, помилку виміру якого необхідно визначити.

Задаючи на стенді контрольовані величини струму I_c , досліджуваного інтервалу величин, після натиснення кнопки модулятора Frequency1 (F1) складається таблиця експериментальних даних (табл.3.1).

У табл.3.1 наведені дані вимірів:

- I_c задані значення струму в мережі;
- ΔI величина варіювання струму в мережі;
- **F10** – рівень вихідного сигналу модулятора в Гц (440 Гц) для початку шкали виміру $I_{c0}=50\text{mA}$;
- **FΔ** – рівень вихідного сигналу модулятора при реалізації параметра ΔI (123 Гц), який визначається різницею F10 – FΔ;
- помилка вибірових вимірів R_i в % визначається залежністю $R_i = (F\Delta - F10)100 / F10$.

Таблиця 3.1 - Таблиця дослідження вимірювального приладу

№ п/п	Струм I_c , мА	Параметри контролю		Модулятор		Помилка R_i (%)
		ΔI , мА	$U \pm \Delta U$	F_{10} , Hz (I_c)	$\Delta F = F_{10} - F_{\Delta}$, Hz	
1	50	± 20	$12 \pm 0,18$	440	440-563=-124	$\pm 1(0,8)$
2	150	± 20	$12 \pm 0,18$	573	573-697=-124	$\pm 1(0,8)$
3	250	± 20	$12 \pm 0,18$	706	706-830=-124	$\pm 1(0,8)$
4	350	± 20	$12 \pm 0,18$	840	840-965=-125	$\pm 2(1,6)$
...						-
...						-
n	1000 (1A)	± 20	$12 \pm 0,18$	1700		$R_{cp} = \pm 1,5(1,2\%)$

З вибірових величин помилки знайдемо середню помилку вимірів величини струму, яка складає 1,2 % або 12 мА. Помилку виміру приладу для виміру потужності знайдемо за формулою:

$$R_Q = [1^2 \cdot 0,18^2 + 12^2 \cdot 0,012^2]^{0,5} = [0,032 + 0,021]^{0,5} = 0,23 \text{ (Bm)}.$$

$$P = 1 \cdot 12 = 12 \pm 0,23 \text{ (Bm)}.$$

$$R_Q(\%) = \frac{0,23 \cdot 100}{12} = 1,92\%.$$

Згідно з існуючою шкалою ДСТ 12997–76 досліджений прилад для виміру потужності слід віднести до Кл.2,0.

Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити: найменування і мету роботи, приклад схеми модулятора, функціональну схему дослідженого комбінованого приладу, таблицю результатів дослідів, графічні залежності, висновки.

Контрольні питання

1. Поясніть різницю між аналоговими і дискретними джерелами інформації.
2. У чому особливість цифрової інформації?
3. Що таке двійкова цифра?
4. Що таке потік бітів?
5. Поясніть роботу модуляторів.
6. Поясніть роботу формувача уніфікованого сигналу.
7. Чим обумовлені похибки вимірювань контрольованих величин на ТО?
8. Поясніть клас точності приладу?
9. Як враховується відносна похибка при вимірюванні технологічних величин?
10. У чому різниця між датчиком-перетворювачем і перетворювачем інформаційного сигналу?

МОДЕЛЮВАННЯ АНАЛОГОВОГО ОБЛАДНАННЯ РЕАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ ДІАГНОСТУВАННЯ

Мета роботи: експериментально отримати перехідну характеристику об'єкта діагностування, апроксимувати перехідну характеристику.



Короткі відомості з теорії

Для багатьох діючих технологічних об'єктів (ТО), що включають взаємопов'язані механічні і електричні пристрої, справність їх роботи можна оцінити за перехідними характеристиками.

Для проведення експериментів з метою знаходження їх *часових характеристик або кривих розгону* припускають експлуатацію об'єкта в рівноважному стані з подальшим нанесенням на його вхід збурюючої дії.

Криві розгону на ТО отримують при ступінчастій збурюючої дії.

Якщо ТО має декілька вхідних величин, то під час зняття часової характеристики за визначеним каналом решта вхідних величин повинна бути стабілізована.

Використовуючи програму SinSys (у лабораторії моделювання «ПРЕ-МД» виберіть розділ <Опыты>, натисніть кнопку  – «Снова...»), виберіть варіант індивідуального завдання «В-хх» і натисніть кнопку  – <Объект ВТОРОГО ПОРЯДКА>. Змінюючи параметри динамічної моделі ТО, можна отримати теоретичну перехідну характеристику, співпадаючу з досвідченою кривою розгону (рис.4.1).

Використовуючи досвід відладки математичної моделі об'єкта, отримаєте рівняння передавальної й функції і часової характеристики, слідуючи алгоритму обробки експериментальних даних.

Експериментальні часові характеристики, що мають S-подібну форму, часто належать об'єктам n -го порядку, які достатньо точно апроксимують ланцюжком послідовно сполучених аперіодичних ланок 1-го порядку.

Для отримання параметрів динамічних ланок користуються графічним методом, представленим на рис.4.2.

S-подібну часову криву обробляють відповідно до рис.4.2. Знаходять відношення Tab/Tbd . Користуючись табл.4.1, встановлюють порядок об'єкта n .

Таблиця 4.1 – Дані для визначення порядку ТО і параметрів його передавальної функції

Tab/Tbd	n	k_1	k_2
0	1	1	0
0,104	2	2,718	0,282
0,218	3	3,695	0,805
0,319	4	4,463	1,425
0,410	5	5,119	2,100

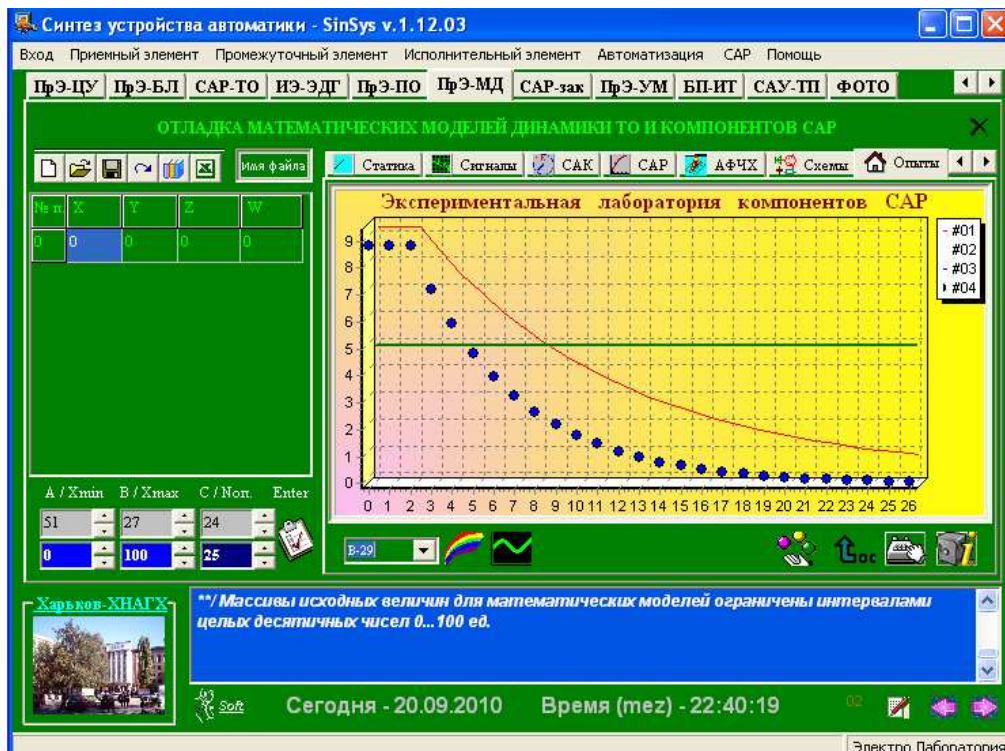


Рис. 4.1 – Интерфейс стану відладки динамічних моделей ТО

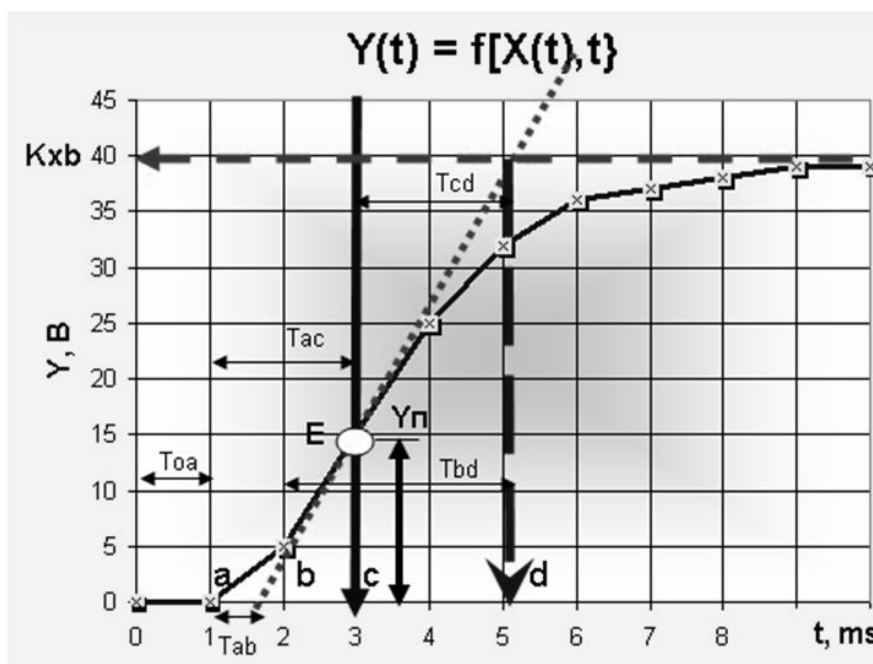


Рис. 4.2 – Знаходження параметрів об'єкта за S-подібною кривою розгону

Якщо забезпечується задана точність визначення відношення Tab/Tbd , то порядок n об'єкта встановлюється за меншим найближчим табличним значенням.

Параметри аперіодичної ланки при $n = 1$ рівні:

$$T = Tbd, \tau = Tab; \quad (4.1)$$

при $n > 1$:

$$T = Tbd/k_1, \tau_1 = k_2 T. \quad (4.2)$$

Умовний час запізнювання ОК τ_y знаходять за формулою

$$\tau_y = Tab - \tau_1. \quad (4.3)$$

Якщо на експериментальній кривій є ділянка 0А ($0A = \tau_d$), то для ОК 1-го порядку запізнювання визначається за рівнянням:

$$\tau = \tau_d + \tau_y, \quad (4.4)$$

а для об'єктів 2-го порядку – за формулою

$$\tau = \tau_d + \tau_y - \tau_1. \quad (4.5)$$

Коефіцієнт посилення об'єкта k знаходять за відношенням:

$$k = \frac{Y}{X} = \frac{k_{xb}}{Y_0} \cdot \frac{X_{po}}{X_p - X_{po}}, \quad (4.6)$$

де $(X_p - X_{po})$ – зміна вхідної величини, що визначає одиничне збурення;

X_{po} – нормоване значення вхідної величини (до внесення збурення);

$\frac{k_{xb}}{Y_0}$ – зміна параметра відгуку.

Шукана передавальна функція ТО матиме вигляд:

$$W(p) = k \frac{\exp(-p\tau)}{(Tp + 1)^2}. \quad (4.7)$$

Використовуючи, знайдену передавальну функцію, можна знайти перехідну характеристику при вказаному в умові збуренні. Для цього передавальну функцію помножують на зображення збурення $1(t)$. Отримане зображення вихідної величини ТО використовують для знаходження оригіналу за відомими функціями Лапласа:

$$h(t) = k \cdot \left[1 - \left(1 + \frac{t - \tau}{T} \right) \cdot \exp\left(-\frac{t - \tau}{T} \right) \right]. \quad (4.8)$$




Розрахункова залежність параметра відгуку матиме вигляд:

$$Y = Y_0 X \cdot [1 + h(t)\Delta X], \quad (4.9)$$

за якою визначається розрахункова часова характеристика.

При задовільному збігу між експериментальною і розрахунковою кривими, очевидно, що конкретний ТО можна представляти у вигляді двох аперіодичних ланок 1-го порядку і ланки запізнювання, сполучених послідовно.

Опис лабораторного стенду

Для проведення експериментів використовується лабораторний стенд «ПрЭ-МД». Для включення стенду слід натиснути кнопку <Снова...> – . У вікні «Вариант индивидуального задания» згідно індивідуального завдання вибирається варіант <В-00..В-xx>. Натиснувши на задану кнопку «Моделирование технологического объекта ПЕРВОГО () або ВТОРОГО порядку ()», на екрані стенду буде представлена ілюстрація перехідної характеристики відповідного ТО (експериментальна крива зображається пунктиром). Якщо в експериментальній кривій немає пологої ділянки, що характеризує стале значення вихідного параметра, слід збільшити число дослідів у вікні нижнього ряду <N_{оп.}>.

Після включення стенду у вікні «**Logs_Sinsys**» опубліковуватимуться пояснення до графічної інформації. Для отримання параметрів динамічної моделі необхідно змінювати величини у вікнах верхнього ряду: k – коефіцієнт посилення ТО у вікні <A>, τ – час запізнювання в , T – постійна часу в <C> до збігу експериментальної кривої (пунктиром) з теоретичною (суцільна). Знайдені параметри надалі використовуються при розробці математичного опису динамічних властивостей електромеханічного ТО.

Завдання

1. Вивчити взаємозв'язок вхідної збуджуючої дії з вихідним параметром електромеханічного пристрою при його справному стані.
2. Включити стенд і провести експериментальні дослідження із заданим ТО.
3. Результати обробки експериментальних даних оформити у вигляді таблиці й ілюстрацій.

Порядок виконання роботи

1. Відкрити лабораторний стенд «ПрЭ-МД».
2. Ознайомитися зі всіма поясненнями до елементів стенду.
3. Включити стенд і провести дослідження заданого ТО.
4. Користуючись поясненнями в «**Logs_Sinsys**», експериментально визначити параметри динамічної моделі ТО (досягти збігу теоретичної й експериментальної кривих) і записати рівняння динаміки справного ТО.
5. Перехідну характеристику справного ТО за допомогою програми MS Excel представити в табличному (табл.4.2) и графічному вигляді.

Таблиця 4.2 – Результати дослідження динамічних властивостей ТО

№ досліджу	Час t , ms	$h(t) = k[\exp(t - \tau)/T]$	$h(t)=f(k+10\%)$	$h(t)=f(k-10\%)$	$h(t)=f(T+10\%)$	$h(t)=f(T-10\%)$	$h(t)=f(\tau+10\%)$	$h(t)=f(\tau-10\%)$
1	0							
2	10							
...	...							
...	50							
...								
10	50							

6. Сформулювати висновки про результати апроксимації перехідних характеристик і динамічні властивості ОК.

Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити: найменування і мету роботи, схему лабораторної установки для проведення дослідів з електромеханічним обладнанням, графічні результати експериментів з даними для отримання передавальної функції ТО

$$[h(t) = f(k, +k, -k); h(t) = f(T, +T, -T); h(t) = f(\tau, +\tau, -\tau)].$$

Контрольні питання

1. Що таке крива розгону ТО?
2. Як отримати часову характеристику на реальному ТО?
3. Які умови повинні дотримуватися на ТО при проведенні експериментів?
4. Поясніть поведінку S-подібної часової характеристики?
5. Як визначити порядок ТО?
6. Чи можна визначити ТО першого та іншого порядку за їх часовими характеристиками?
7. Що таке час запізнювання?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

РОЗРОБКА БАГАТОКАНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ РУХОМОГО ТРАНСПОРТУ

Мета роботи: розробити функціональну і електричну принципову схеми системи діагностики рухомих одиниць.

Короткі відомості з теорії

У всякому технологічному процесі є величини, що характеризують цей процес, які часто називають *параметрами процесу*.

Вимірювання будь-якого параметра характеризується рядом показників, з яких основними є *точність, чутливість й інерційність*.

Точність вимірювань визначається вимогами технологічного процесу. Завищені вимоги до точності здійснюють невиправдані ускладнення методів і приладів контролю.

Чутливість S вимірювального приладу – відношення лінійного або кутового переміщення показчика δY до зміни контрольованої величини δX ($S = \delta Y / \delta X$).

Інерційність характеризує реакцію вимірювального приладу на зміни контрольованої величини в часі. Визначається по аналогії з часовою характеристикою для ТО.

Похибка вимірювання – відхилення вимірюваного значення контрольованої величини від її дійсного значення.

Похибки виражаються абсолютною і відносною величиною.

Систематичні похибки – викликаються умовами вимірювання. Вони відомі і змінюються за певним законом.

Випадкові похибки – спотворюють результати вимірювання. Вони не можуть бути враховані, оскільки виникають без певної закономірності.

Вимірювальні прилади можуть бути *показуючі, самописні, підсумкові* (інтегруючі), *сигналізуючі і з дистанційною передачею свідчень*.

За класом точності вимірювальні прилади бувають *зразкові* (для точного тарірування), *контрольні* (для перевірки серійних приладів) і *технічні* (серійні прилади для практичних вимірювань з класом точності 0,5; 1; 1,5; 2,5; 5, тобто похибка вимірювання складає 0,5- 5% діапазону вимірювання).

Опис лабораторного стенду

Для проведення експериментів використовується лабораторний стенд «ПрЭ-БЛ» (рис.5.1). Стенд призначений для роботи з комплектом приймальних елементів (датчиків), які розміщуються на рухомій одиниці (праве поле інтерфейсу). Локальний відеотермінал стенду розміщений в лівому полі інтерфейсу.

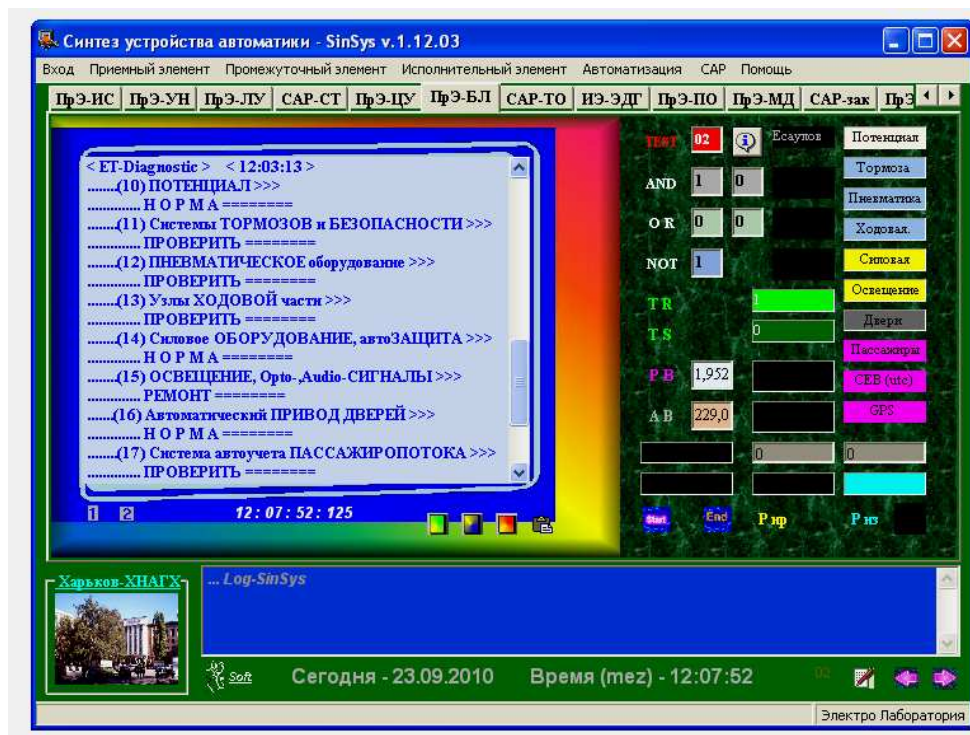


Рис. 5.1 – Інтерфейс стенду діагностики рухомих одиниць

Для проведення експериментів у вікні «**Фамилия испытателя**» необхідно, користуючись клавіатурою, набрати своє прізвище.

Датчики (дискретні, аналогові, з елементами пам'яті, позиційні та ін.) постійно опитуються системою діагностики, на основі чого і формується електронний звіт по **вибраному устаткуванню** (у вікні «ВВОД КОДА» набрати певний код компоненту і натиснути <ENTER>) або **всього устаткування** (у вікні «ВВОД КОДА» будь-який код, окрім резервних і натиснути кнопку <TEST>), який зберігається (натиснути кнопку «СОХРАНИТЬ ИНФОРМАЦИЮ» для зберігання, аналізу, друкування в паперовому варіанті та ін.

При ремонті устаткування змінюючи «**Код діагностики**», можна повторити вищезгадані дії, щоб відразу визначати стан устаткування.

Програма має доступ до операційної системи (ОС) комп'ютера для виводу довідкової інформації про можливі помилки ОС (натиснути кнопку <1>) і діагностики «заліза» комп'ютера (кнопка <2>).

Призначення інших кнопок стенду легко визначити за спливаючими підказками, які з'являються при наведенні покажчика мишки на конкретний елемент.

Аналогічні стенди знайшли широке застосування на транспортних підприємствах. Вони призначені для здійснення комп'ютерного контролю різних вузлів і блоків рухомих одиниць. Використання спеціального програмного забезпечення дозволяє в короткі проміжки часу проводити ініціалізацію локальних систем контролю, за допомогою яких виявляти дефекти в устаткуванні рухомого транспорту і визначати ступінь зношеності різних вузлів і механізмів.

Для проведення експериментів у вікні **«Фамилия испытателя»** необхідно, користуючись клавіатурою, набрати своє прізвище.

У вікні **«Код диагностики»** набрати, наприклад «1» і натиснути клавішу чи кнопку <Enter>.

Міняючи **«Код диагностики»**, повторити вищезгадані дії.

За наслідками друку на екрані дисплея програми скласти таблицю умовних кодів діагностики вузлів і блоків рухомого транспорту (табл. 5.1), передбачених на розробленому стенді.

Ознайомитися з автоматичним записом інформації на дисплеї стенду і способом її збереження у вигляді електронного документа.

Таблиця 5.1 – Таблиця умовних кодів автоматичної діагностики рухомого транспорту

№п/п	Умовний код	Вузол контролю	Приймальний елемент	Вихідна величина	Клас точності
1					
2					
3					
...					

Завдання

1. Вивчити принципи контролю різних технологічних величин на рухомому транспорті.
2. Запропонувати функціональну схему автоматичного контролю різних вузлів і блоків на рухомому транспорті.
3. Запропонувати алгоритм контролю найбільш важливих вузлів і механізмів на рухомому транспорті.
4. Запропонувати розрахункові схеми для вибраних параметрів контролю.
5. Розглянути доцільність підготовки електронного звіту автоматичної діагностики різних вузлів і блоків на транспорті.
6. Розробити принципову електричну схему автоматичної системи діагностики вибраних параметрів контролю.
7. Підготувати замовлену специфікацію компонентів для реалізації розробленої системи діагностики.

Порядок виконання роботи

1. Відкрити лабораторний стенд **«ПрЭ-БЛ»**.
2. Скласти таблицю умовних кодів (табл.5.1) діагностики устаткування на рухомих одиницях.
3. Використовуючи силуетне зображення рухомої одиниці, скласти функціональну схему системи автоматичної діагностики вузлів і блоків на даному технологічному об'єкті.

4. Скласти таблицю компонентів розрахункових схем системи діагностики (табл. 5.2).

5. Виконати необхідні розрахунки компонентів схеми (параметри елементів вимірювальних схем, підсилювачів–нормалізаторів, джерела живлення та ін.), використовуючи програму MS Excel та інші додатки до програми.

6. Скласти загальну блок-схему системи діагностики.

7. За допомогою додатку «САПР схем» («SinSys» ► «Помощь» ► <Hlp-08 «САПР схем»> чи <Ctrl+S>) підготувати загальну принципову електричну схему системи діагностики.

Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити: найменування і мету роботи, короткий опис призначення стенду діагностики, таблицю умовних кодів параметрів контролю ТО, розрахункові схеми автоматичного контролю параметрів об'єкта діагностики, таблицю компонентів розрахункових схем контролю, функціональну і електричну принципову схеми системи діагностики, опис роботи запропонованої автоматичної системи діагностики, виводи.

Таблиця 5.2 – Компоненти розрахункових схем системи діагностики

№ п/п	Об'єкт контролю і параметр	Тип приймального елементу	Вимірювальна схема і вихідна величина	Нормалізатор інформаційного сигналу	Свідчення	Сигналізація	Дистанційна передача	Запис на електронний носій
1	Тяговий електродвигун, температура	Терморезистор	Резистивний міст, мВ	Підсилювач - нормалізатор	+	+	+	+
2	Освітлювальні прилади							
3	Акумулятор. генератор							
4	Привод для відкривання дверей							
5	Система гальмування							
6	...							
7	...							
8	...							
9	...							
10	Система сповіщення							

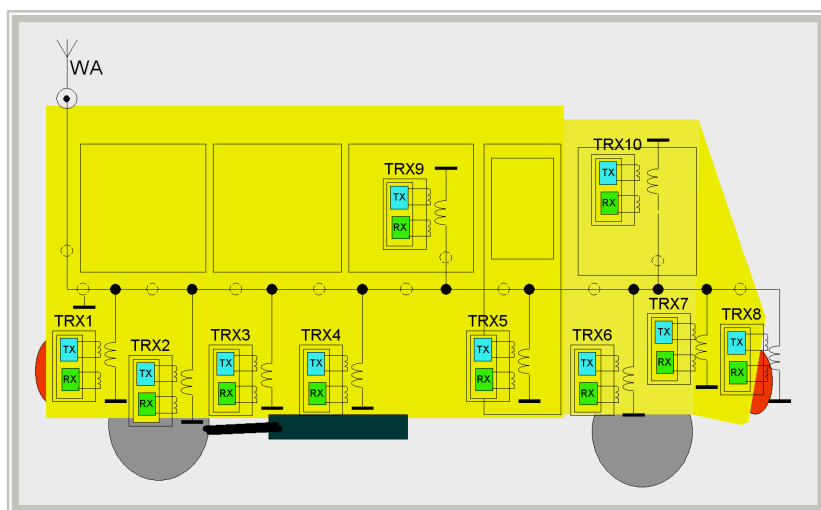


Рис. 5.2 – Приклад розміщення датчиків в автомобілі:
TRXi – дискретні датчики-перетворювачі контрольованих параметрів

Контрольні питання

1. Поясніть призначення систем автоматичного контролю параметрів на ТО.
2. У чому полягають особливості систем автоматичної діагностики ТО?
3. Які вимірювальні прилади використовуються при контролі ТП?
4. Які приймальні елементи використовуються для створення систем автоматичного контролю температури вузлів і механізмів?
5. Які приймальні елементи використовуються для контролю тиску в пневматичних і гідравлічних системах на транспорті?
6. Де застосовуються ємкісні датчики технологічних величин?
7. Поясніть принцип використання оптичних приймальних елементів.
8. Який принцип роботи електричних рівнемірів на транспорті?
9. Які датчики використовуються для контролю швидкості руху рухомого транспорту?
10. Які ПЕ використовуються для контролю величин струму і напруги в ланцюгах постійного струму?
11. Які ПЕ застосовують для контролю величин струму і напруги в ланцюгах змінного струму?
12. Як контролюється витрата електричної енергії на ТО?
13. Чим контролюється струм і напруга в електричних ланцюгах?
14. Поясніть призначення вимірювальних мостів у вимірювальних схемах контролю технологічних величин.
15. Як влаштовані і для чого застосовують нормалізатори електричних інформаційних сигналів?
16. Для чого складається специфікація компонентів функціональних і електричних принципових схем?

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО ПРИСТРОЮ КОМПЛЕКСНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

Мета роботи: розробити алгоритм роботи автоматичного пристрою діагностики технологічного обладнання за результатами записів в електронному журналі.

Короткі відомості з теорії

Сучасні засоби діагностики часто є невід'ємною частиною функціонуючого технологічного обладнання і засобів автоматичного керування технологічними процесами.

Такі локальні засоби діагностики безперервно в реальному часі аналізують роботу ТО і формують інформаційні повідомлення для операторів у вигляді сигналів сповіщення або лаконічних фраз в журналах реєстрації подій.

Разом з діагностуванням технічного стану устаткування локальні засоби діагностики можуть виконувати економічний аналіз технологічних процесів за різними поточними показниками.

Так, при роботі пересувної електростанції з дизель-генератором використовуються запаси палива, яке возиться. Якщо режим експлуатації електростанції оператор вибраний невірно, то може спостерігатися необґрунтована перевитрата палива.

Очевидно, що при змінних навантаженнях, які залежать від споживачів електроенергії операторові складно вручну регулювати роботу дизель-генератора, а тому таку задачу вирішує автоматична система.

Як початкові дані для системи автоматичного керування дизель-генератором, наприклад, для змінного синусоїдального струму використовуються наступні величини:

– активна потужність P (ватт - $Вт$), що виділяється на активному опорі R і витрачається на виділення тепла

$$P = I^2 R = UI \cos \varphi, \quad (6.1)$$

де I – величина струму навантаження;

U – напруга на навантаженні;

φ – кут зрушення фаз між напругою і струмом.

– реактивна потужність P_p ($В*А$, вольт-ампер, вар), що виділяється в реактивному опорі і витрачається на створення магнітних і електричних полів

$$P_p = UI \sin \varphi; \quad (6.2)$$

– повна потужність P_K ($В*А$ – вольт-ампер):

$$P_K = UI = (P^2 + P_p^2)^{0.5}. \quad (6.3)$$

Автоматична система виконує збір інформації від датчиків струму, напруги та інших приймальних елементів, в реальному часі визначає

вищезгадані показники, порівнює їх з нормованими величинами, визначуваними як усереднені величини для певних періодів експлуатації устаткування, і формує висновки про роботу енергосистеми.

Якщо нормовані показники перевищені – це говорить про можливі несправності устаткування споживачів електроенергії, несправності в лінії електропередачі або несанкціонованому відборі електроенергії, що електронним експертом теж передбачається.

Зниження нормованих показників витрати електроенергії зазвичай пов'язане з вдосконаленням технологічного устаткування, коли користувачі прагнуть до зниження витрат електроенергії на випуск своєї продукції та ін., що відбивається на об'ємах її реалізації або ціні.

Опис лабораторного стенда

Для проведення експериментів використовується лабораторний стенд «САУ-ТП» (рис. 6.1).



Рис. 6.1 – Інтерфейс програми для діагностики електрообладнання

Стенд «САУ-ТП» (рис.6.1) ілюструє автоматизоване робоче місце (АРМ) системи діагностування справності компонентів електроустаткування.

У сучасних таких системах економічні показники є визначальними, оскільки безперервний в часі аналіз використання електроенергії оцінюється і в класичних величинах контролю (U – напруга, I – струм, W – потужність, $\cos \varphi$) і в грошовому виразі.

Діагностична система працює в автоматичному режимі.

Скориставшись спливаючими підказками, слід з'ясувати призначення всіх кнопок керування, вікон вводу інформації і кольорових індикаторів, розміщених на стенді.

Завдання

1. Включити (натиснути кнопку «Включить АРМ») і вивчити роботу стенду економічного аналізу «САУ-ТП».

2. Натиснути кнопку <А> – включити систему автоматичного діагностування енергоустановки.

3. Дослідити роботу віртуальної моделі системи обліку електроенергії на підприємстві і сформулювати висновки за наслідками її функціонування.


Порядок виконання роботи


1. Відкрити лабораторний стенд «САУ-ТП» і вивчити його роботу.


2. За допомогою кнопки <Включить АСКУЭ> включити віртуальну модель автоматичної системи контролю і обліку електроенергії (АСКОЕ) і вивчити роботу системи та записи подій електронного журналу. Відзначити достоїнства і недоліки аналогічного устаткування в засобах автоматизації технологічних процесів.

3. Активувати стенд <ПРЭ-МД> ➤ <САК>, натиснув кнопку <Снова...> і вивчити роботу електронного графічного запам'ятовуючого пристрою параметрів, контрольовані дані АСКОЕ (рис.6.2).

4. Відповідно індивідуального завдання у вікні <N_{оп}> встановити число точок реєстрації.

5. Натиснути іконку кнопки  – <TEST TO> – включити реєстратор технологічних параметрів.

6. Після зупинки реєстратора зберегти графічну ілюстрацію, натиснув на іконку кнопки  –<Сохранить фрагмент...> і, присвоїти ім'я фрагменту.

7. На стенді «САУ-ТП» натиснути кнопку  –<Выключение АСКУЭ> – зупинити роботу системи діагностики.

8. Натиснути на кнопку <Сохранить LogSinsys>, присвоїти фрагменту записів ім'я, зберегти фрагмент електронного журналу.

9. Сформулювати висновки за наслідками спостереження функціонування АСКОЕ.

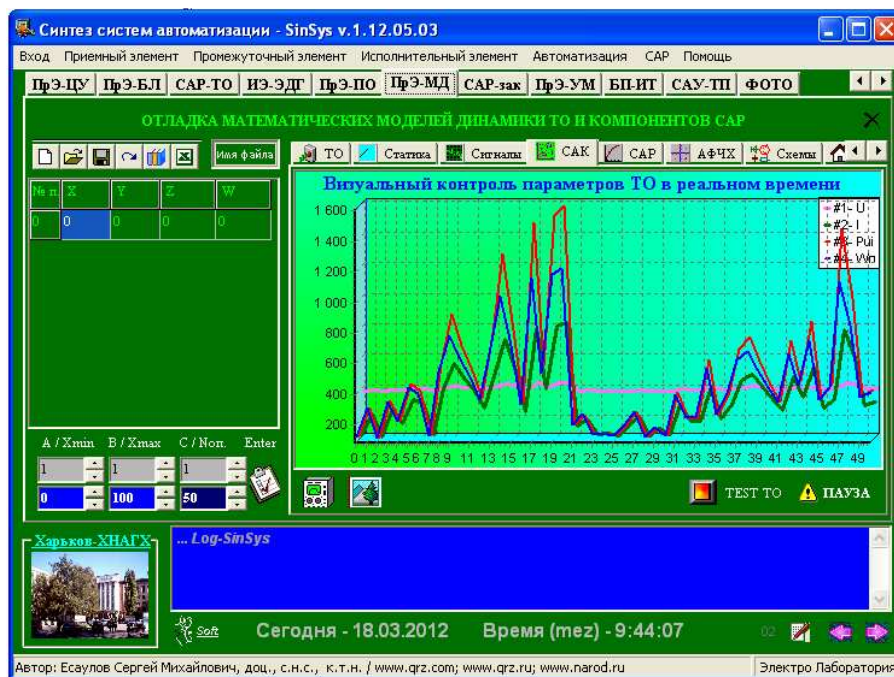


Рис. 6.2 – Інтерфейс програми графопобудувача

Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити: найменування і мету роботи, інтерфейси лабораторних стендів, що підтверджують проведення експериментів, фрагмент записів в електронному журналі, графічну ілюстрацію контролю і діагностування електричних параметрів ТО, висновки про функціонування АСКОЕ.

Контрольні питання

1. З якою метою упроваджуються автоматичні діагностичні системи на ТО?
2. Чим обумовлено впровадження діагностичних засобів автоматики на транспортних засобах?
3. Поясніть порядок оцінки експлуатаційних витрат на ТО.
4. Поясніть використання економічних показників в автоматичних діагностичних системах електрообладнання.
5. Що таке АСКОЕ?
6. Чим обумовлено впровадження АСКОЕ?

РОЗРОБКА БЛОКУ ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ПРИСТРОЮ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Мета роботи: розробити блок електричного живлення для проектного пристрою діагностування електрообладнання спеціального транспортного засобу.

Короткі відомості з теорії

Джерела живлення (ДЖ) виконують унікальну роль у всіх пристроях автоматики – забезпечують стійким і безперервним живленням всі схеми. Враховуючи, що готові прилади складаються з схем реалізованих на різній елементній базі, очевидно, питання про проектування спеціального джерела живлення завжди є актуальним.

Інтегровані системи живлення (ІСЖ) містять декілька джерел, оскільки пристрої автоматики включають безліч ланцюгів навантаження: приймальних елементів, вимірювальних схем, пристроїв перетворення інформації, виконавчих елементів та ін.

Розподілені системи живлення (РСЖ) завжди мають одне головне джерело з шиною взаємозв'язку зі всіма компонентами. ІСЖ ефективніші, оскільки в них менше витрат.

Типові системи живлення – комбінація ІСЖ і РСЖ.

Вимоги до постійності живлячої мережі реалізується застосуванням стабілізованих джерел живлення. Всі ДЖ діляться на лінійні та імпульсні. *Лінійні ДЖ* – корисні при вихідній потужності до 10Вт. Якщо вихідна потужність більше 10Вт доцільно застосовувати *імпульсні ДЖ (ІДЖ)*.

ККД ДЖ з лінійними стабілізаторами складає 35–50%, а з імпульсними – від 80 до 95%. ІДЖ зручно застосовувати в переносних виробках, оскільки вони мають малі габарити. Очевидно, що ІДЖ привертають до себе велику увагу проектувальників засобів автоматики. Проте слід враховувати, що розробка ІДЖ вимагає великих витрат часу, а вартість їх завжди вище лінійних ДЖ.

При проектуванні ДЖ розрахунок параметрів трансформатора є дуже важливим. Трансформатор ДЖ – електромагнітний пристрій, призначений для зміни напруги. До найбільш важливих електричних параметрів трансформаторів ДЖ відносяться: вихідна напруга, номінальна потужність, ККД, падіння напруги.

В даний час існує безліч інструментів для проектування трансформаторів ДЖ. Більшість виробників напівпровідників пропонують свої програмні пакети для розрахунку ІДЖ на основі елементної бази, що випускаються ними, що не завжди зручно для розробника. Проте при проектуванні отримані результати розрахунків вимагають коректування даних ІДЖ для представлення оптимальних даних при реалізації конкретного технічного рішення.

У типових розрахунках трансформаторів ІДЖ визначають:

- споживану потужність всіх пристроїв приладу;
- використовувану потужність трансформатора;
- площу перетину трансформатора;
- площу вікна вибраного магнітопроводу;
- габаритну потужність трансформатора (якщо використовується потужність менше габаритною, то слід застосувати інший типорозмір осердя, інакше продовжити розрахунок);
- напругу на *первинній* обмотці;
- число витків *первинної* обмотки;
- максимальний струм *первинної* обмотки;
- діаметр дроту *первинної* обмотки;
- число витків всіх **вторинних** обмоток;
- діаметри дроту для всіх **вторинних** обмоток.

При розрахунках слід користуватися параметрами магнітних матеріалів (табл. 7.1) і типорозмірами осердь (табл.7.2).

Слід враховувати, що при необхідності осердя трансформаторів можуть набиратися з декількох серійно вироблюваних осердь одного типорозміру.

Опис лабораторного стенду

Для проведення експериментів і виконання необхідних розрахунків використовується лабораторний стенд **БП-ИТ** (рис.7.1).

Стенд **БП-ИТ** (рис.7.1) ілюструє одну з програм, розробка яких направлена на зниження трудомісткості розрахунків при проектуванні імпульсних джерел живлення.

Стенд оснащений вікнами для вводу початкових даних і табло для публікації результатів розрахунку.

Програма містить автоматичний аналізатор розрахунків, який без участі експериментатора стежить за отриманими даними і при необхідності інформує про їх неспроможність. Стенд оснащений засобами автоматичного розрахунку параметрів для однієї з обмоток ($U_{нб}$), у вікна якої зазвичай вводять початкові дані для найбільш відповідальної обмотки трансформатора. При виборі **<Шаг ВОЛЬТ-добавки>** величину **<АМПЕР-добавки>** вибирають рівними **<0,0V>**, а при виборі **<АМПЕР-добавки>** - **<Шаг ВОЛЬТ-добавки> = <0,000A>**. Далі програма виконує розрахунок автоматично. Зупинку режиму рахунку здійснюють натисненням кнопки **<АУТО>**, а продовження – повторним вибором **<...-добавки>** колишньою або новою **<...-добавки>**. Якщо, наприклад, коефіцієнт використання трансформатора або інша величина, що задається розробником, стане нереальним для реалізації програма відзначить цей чинник сигналом, попереджувальним написом табло або вимкнеться зовсім, розцінивши подальші розрахунки недоцільними, про що слід пам'ятати користувачеві програми.

Таблиця 7.1 – Параметри магнітних матеріалів

Марка фериту	$f_{кр}^1$, МГц	$B_{max}, T_{л}$ при $H_{max}, A/m$				μ^2	$B_r, T_{л}$
		40	80	240	800		
Ферити загального використання							
1000НН	0,4	0,095	0,167	0,226	0,270	169	0,15
2000НН	0,1	0,154	0,200	0,236	0,250	796	0,12
1000НМ	0,6	0,206	0,290	0,340	0,370	1790	0,11
2000НМ	0,5	0,179	0,287	0,366	0,394	1562	0,13
3000НМ	0,1	0,250	0,320	0,360	0,370	1989	0,12
Термостабільні ферити							
1000НМЗ	1,8	0,100	0,200	0,290	0,334	995	0,10
1500НМ1	0,6	0,146	0,240	0,320	0,350	1393	0,10
1500НМЗ	1,5	0,148	0,250	0,350	0,380	1691	0,08
2000НМ1	0,5	0,165	0,244	0,312	0,340	1233	0,12
Високопроніцаємі ферити							
4000НМ	0,1	0,260	0,320	0,366	0,37	4890	0,13
6000НМ	0,05	0,270	0,308	0,345	0,35	1970	0,11
10000НМ	0,05	0,310	0,330	0,350	0,35	2188	0,11
Ферити для телевізійної техніки							
2500НМС1	0,4	-	-	-	0,45	-	0,1
3000НМС	0,36	-	-	-	0,45	-	0,1
Ферити для імпульсних трансформаторів							
1000ННII	0,5	-	-	-	0,3	-	0,09
1100НМII	0,3	-	-	-	0,4	-	0,15

Таблиця 7.2 – Типорозміри осердь

Типорозмір	D , мм	d , мм	h , мм	m , г
K7×4×2	7±0,3	4±0,2	2±0,15	0,32
K10×6×3	10±0,3	6±0,2	3±0,15	0,86
K10×6×4,5	10±0,3	6±0,2	4,5±0,15	1,27
K12×5×5,5	12±0,4	5±0,2	5,5±0,15	2,83
K12×8×3	12±0,4	8±0,3	3±0,15	1,12
K16×8×6	16±0,4	8±0,3	6±0,25	4,9
K16×10×4,5	16±0,4	10±0,3	4,5±0,25	3,1
K20×10×5	20±0,5	10±0,3	5±0,25	6,3
K20×12×6	20±0,5	12±0,4	6±0,25	6,7
K28×16×9	28±0,6	16±0,4	9±0,4	20,4
K32×16×8	32±0,8	16±0,4	8±0,4	26,4
K32×20×6	32±0,8	20±0,5	6±0,25	16,4
K32×20×9	32±0,8	20±0,5	9±0,4	24,6
K38×24×7	38±0,8	24±0,5	7±0,4	26,6
K40×25×7,5	40±0,8	25±0,6	7,5±0,4	31,8
K40×25×11	40±0,8	25±0,6	11±0,5	46,3
K45×28×8	45±0,9	28±0,6	8±0,4	42,9
K45×28×12	45±0,9	28±0,6	12±0,5	63,9
K65×40×9	65±1,5	40±0,8	9±0,4	110

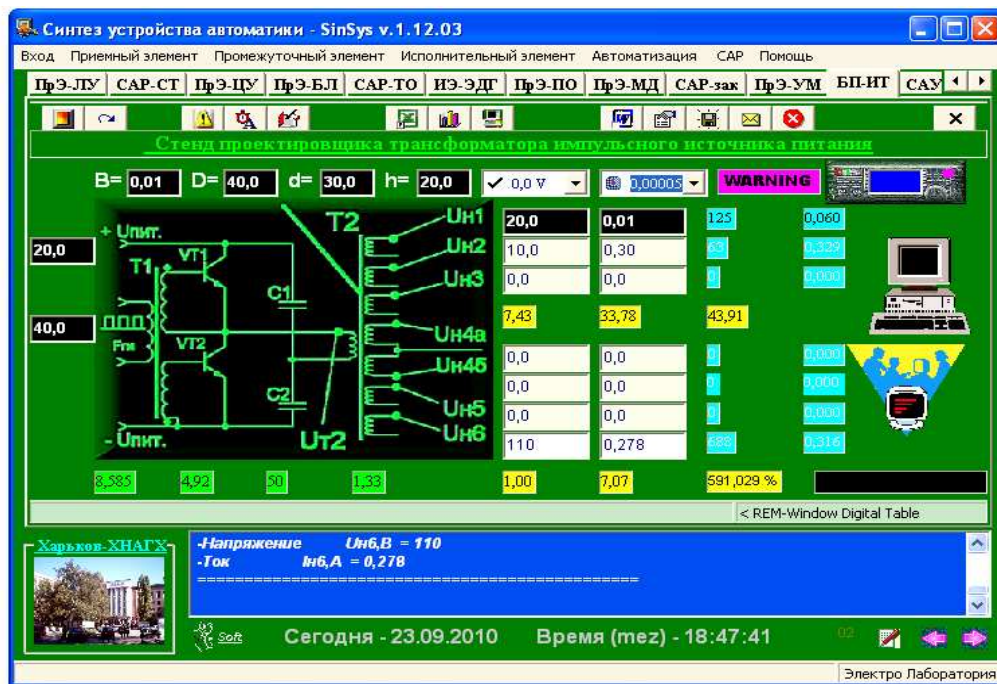


Рис. 7.1 – Інтерфейс стенду проектувальника ІДЖ

Скориставшись спливаючими підказками, слід з'ясувати призначення всіх кнопок керування, вікон вводу інформації і публікації даних, пристроїв світлової індикації, розміщених на стенді.

Завдання

1. Активувати програму натисненням кнопки <CLEAN>. Вивчити принцип роботи стенду проектувальника трансформатора ІДЖ.
2. Скласти блок-схему пристрою автоматики.
3. Скласти таблицю необхідних джерел живлення для проектного пристрою автоматики.
4. Виконати необхідні розрахунки параметрів трансформатора для вибраного осердя.
5. Повторити розрахунок параметрів трансформатора з осердям, що забезпечує оптимальну його габаритну потужність.
6. Виконати розрахунки транзисторних фільтрів для всіх джерел живлення.
7. Розробити схему проектного джерела живлення.

Порядок виконання роботи

1. Відкрити лабораторний стенд «БП-ИТ», активувати його натисненням кнопки <CLEAN> і вивчити його роботу.
2. Підготувати блок-схему пристрою автоматичного діагностування обладнання на транспорті, що розробляється (рис. 7.2).

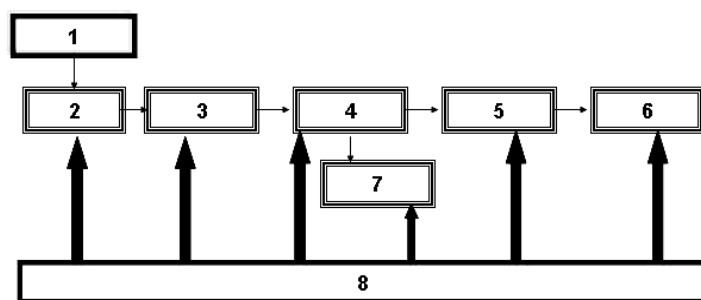


Рис. 7.2 – Блок схема пристрою діагностування:

1 – об'єкт діагностування; 2 – пристрій діагностування (схема); 3 – блок уніфікації сигналу; 4 – блок електронного аналізу інформаційних даних; 5 – сигналізатор; 6 – дисплей (мнемосхема індикаторів); 7 – блок дистанційної передачі даних; 8 – джерела електричного живлення схеми

3. Скласти таблицю джерел живлення (табл.7.3) необхідних для реалізації технічного рішення.

4. Для вибраного осердя (табл.7.1, 7.2) провести розрахунок необхідних конструктивних параметрів трансформатора. Після вводу $B(T)$, $D(mm)$, $d(mm)$, $U_{пит}(В)$, $F_{гц}(кГц)$ і необхідних параметрів вторинних обмоток $U_{ні}$, $I_{ні}$. (ввести у всі однойменні вікна інтерфейсу) натиснути кнопку <COUNT> для виконання розрахунку. Якщо програма опублікує застережливу інформацію <WARNING> (рис. 7.1) і тому подібне слід проаналізувати дані вводу і змінити їх.

5. Оптимізувати конструкцію трансформатора (коефіцієнт використання трансформатора, число витків і перетин дроту обмоток та ін.), змінюючи початкові величини отримати дані для реалізації трансформатора БЖ.

6. Користуючись додатком «Фільтр БП» (SinSys ► «Помощь» ► «Фільтр БП» або <Ctrl+B>)), виконати розрахунки транзисторних фільтрів для всіх джерел живлення постійного струму.

7. За допомогою редактора принципів електричних схем «САПР схем» (SinSys ► «Помощь» ► «САПР схем», або <Ctrl+S>) розробити загальну схему проєктованого джерела живлення.

8. Підготувати замовлену специфікацію компонентів для реалізації розробленої схеми ІДЖ.

9. На основі виконаних розрахунків підготувати виводи про проведені конструктивні розрахунки ІДЖ.

Таблиця 7.3 – Потреба джерел живлення пристрою автоматики

№ п/п	Компонент приладу	Напруга живлення, В	Потужність, Вт	Струм, А	Примітка
1	Вимірювальна схема (міст)	+5	0,03	0,006	
2	Підсилювач-нормалізатор	+15	0,07	0,004	
3	Плата мікропроцесора	+8	0,24	0,027	
4	Датчики безконтактні	~18	0,2	0,012	
...	...				

Таблиця 7.4 – Результати розрахунку ІДЖ (приклад)

№ п/п	Параметри ІДЖ	Величина параметра	Напруга, В	Струм, А	Примітка
1	Осердя K32×206×9, 2000HH	D=32 мм d=20 мм	-	-	
2	Частота Fги	30 кГц	-	-	
3	I обмотка	70 вит, 0,23 мм	4,5	0,140	
3	Перша II обмотка	77 вит., 0,046мм	+5	0,006	Із фільтром
4	Друга II обмотка	231 вит, 0,038 мм	+15	0,004	Із фільтром
5	Третя II обмотка	123 вит, 0,099мм	+8	0,027	Із фільтром
6	Четверта II обмотка	278 вит, 0,066мм	~18	0,012	Без фільтра
...	...				

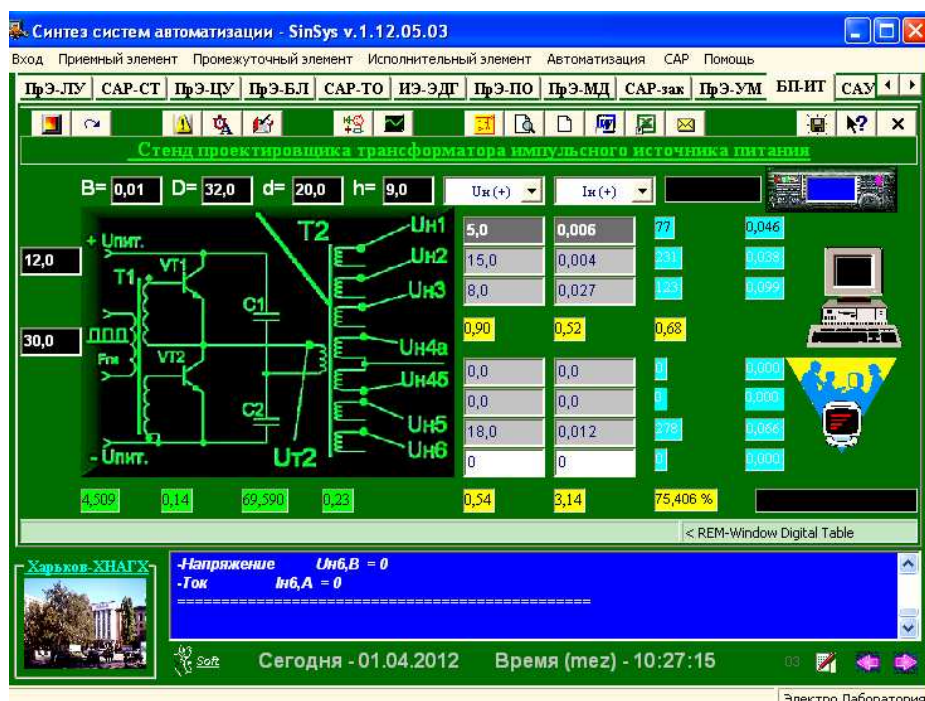


Рис. 7.3 – Інтерфейс програми із результатами розрахунку джерела живлення для проектного діагностичного пристрою

Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити: найменування і мету роботи, блок-схему проектного приладу, таблицю необхідних джерел живлення, результати розрахунку проектного трансформатора і транзисторних фільтрів, принципову схему проектного ІДЖ, перелік компонентів для реалізації пропонованого пристрою, висновки.

Контрольні питання

1. Для чого необхідне джерело електричного живлення?
2. У чому різниця між інтегрованими і розподіленими системами живлення?
3. Коли застосовуються лінійні і імпульсні джерела живлення?
4. У чому перевага ІДЖ?
5. Чи є різниця ККД лінійних і імпульсних ДЖ?
6. Які ДЖ застосовують для мобільних засобів діагностики?
7. Навіщо в ДЖ використовують трансформатор?

8. Як визначається потреба в джерелах живлення?
9. Які параметри використовують при розрахунках трансформаторів?
10. Поясніть порядок розрахунку трансформаторів ІДЖ.
11. Чому при розрахунках ІДЖ користуються програмними продуктами?
12. Як впливають параметри осердя на конструкцію трансформатора?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЕКТОВАНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Мета роботи: використовуючи ескізний проект пристрою діагностування електромеханічного обладнання транспорту, визначити економічні показники пропонованого технічного рішення.

Короткі відомості з теорії

Автоматизація технологічних процесів діагностування електромеханічного обладнання на транспорті здійснюється з метою зменшення експлуатаційних витрат, підвищення надійності роботи різного устаткування, зниження об'єму ручної праці та ін.

На об'єктах транспорту пристрої діагностування обладнання забезпечують контроль роботи устаткування в безперервному режимі незалежно від впливу навколишнього середовища та інших чинників. Тривалі терміни експлуатації автоматизованих приладів приводять до морального їх зносу, що часто служить причиною їх вдосконалення. Проте заміна технічних засобів через моральний знос повинна проводитися не тільки без порушення режимів роботи всього устаткування, але і відрізнятися новизною з позитивним ефектом для обслуговуючого персоналу і підприємства в цілому.

Вирішення питань про впровадження нових засобів діагностики заздалегідь підтверджується оцінкою їх економічної спроможності, оскільки плановані заходи завжди вимагають фінансових і матеріальних витрат.

Основними показниками економічної спроможності впровадження систем автоматики на ТО є *термін їх окупності* (пов'язаний з періодом досягнення бажаних результатів від вдосконалення ТО) і *коефіцієнт економічної ефективності* (служить оцінкою впливу проведених заходів на економічні показники всього підприємства).

При проектуванні нової техніки економічне обґрунтування для виконання таких робіт завжди міститься в технічному завданні з докладним аналізом аналогічних технічних рішень, новизна яких визначається патентами, технічною літературою й інформацією про експлуатовані пристрої автоматики.

При розрахунках економічних показників враховуються витрати на впровадження пропонованих технічних рішень і результати, що плануються після впровадження нової техніки. Програмні продукти, що розробляються для економічного аналізу нової техніки, скорочують час виконання рутинних розрахунків і навіть дозволяють формулювати шляхи вдосконалення проектів.

Є безліч заходів пов'язаних з впровадженням автоматики, які у прямому розумінні не позначаються на продуктивності ТО. Якщо при цьому

поліпшуються умови праці за рахунок досягнення комфорту на робочих місцях обслуговуючого персоналу, підвищуються екологічні показники та ін., то такі результати також оцінюються з позитивним ефектом.

Опис лабораторного стенду

Для проведення експериментів використовується лабораторний стенд «САУ-ТП» (рис. 8.1).



Рис. 8.1 – Інтерфейс програми для оцінки економічних показників проєктованих засобів автоматики

Стенд «САУ-ТП» (рис.8.1) ілюструє автоматизоване робоче місце (АРМ) розробника засобів автоматики, оснащене програмою для економічного аналізу нової техніки. АРМ містить бібліотеку технічної і патентної літератури, електронні документи за винахідницькою діяльністю та ін.

Слід пам'ятати, що програма включає електронного експерта, який допомагає аналізувати результати розрахунків і при необхідності формулює рекомендації для зміни проєкту.

На стенді є електронна ілюстрація роботи системи автоматизованого обліку і контролю витрачання електроенергії. У таких системах економічні показники є визначальними, оскільки безперервний в часі аналіз використання електроенергії на підприємстві оцінюється і в класичних величинах контролю, і в грошовому виразі.

Скориставшись спливаючими підказками, слід з'ясувати призначення всіх кнопок керування, вікон введення інформації і кольорових індикаторів, розміщених на стенді.

Для вводу початкових даних необхідно попередньо провести аналіз пропонованого і діючого на ТО технічних рішень. За відсутності будь-яких даних слід звертатися в економічний відділ і бухгалтерію підприємства, для якого проєктується система автоматизації (довідки про ціну компонентів схем, вартість проєктних, монтажних і налагоджувальних робіт, відпускна ціна для підприємств на електроенергію, воду, теплопостачання та ін.).

Завдання

1. Включити (натиснути кнопку «**Включить АРМ**») і вивчити роботу стенду економічного аналізу «**САУ-ТП**».
2. На основі даних підприємства і планованих витрат на впровадження нової техніки виконати розрахунки для оцінки економічних показників проектованої системи автоматизації.
3. Оформити отримані дані з висновками про економічну спроможність пропонованого вдосконалення ТОВ.
4. Досліджувати роботу віртуальної моделі системи обліку електроенергії на підприємстві і сформулювати висновки за наслідками її функціонування.

Порядок виконання роботи

1. Відкрити лабораторний стенд «**САУ-ТП**» і вивчити його роботу.
2. На основі даних підприємства підготувати перелік витрат на експлуатацію системи автоматизації (ЕХ) діючого ТОВ (витрата електроенергії, води, тепла, обслуговування і ремонт устаткування та ін.).
3. Підготувати проект витрат на впровадження проектного технічного рішення (дослідження, моделювання, проектування, макетування, матеріали і комплектуючі матеріали відповідно до специфікацій, будівельні і монтажні роботи та ін.).
4. Підготувати проект експлуатаційних витрат (NEW) після впровадження проектованої нової техніки (витрата електроенергії, води, тепла, витрати на обслуговування і ремонт, облік екологічних та ін. результатів).
5. Внести отримані дані до відповідних вікон на стенді, провести розрахунки і аналіз отриманих даних.
6. Підготувати таблицю результатів і висновок про економічну спроможність проектованої системи автоматизації.

Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити: найменування і мету роботи, причину проектування засобів автоматизації для реального технологічного об'єкта відомого підприємства, таблицю з початковими даними для оцінки економічних показників пропонованого технічного рішення, результати розрахунків, висновок про економічну ефективність пропонованого технічного рішення.

Контрольні питання

1. З якою метою упроваджуються системи діагностування обладнання на ТОВ?
2. Чим обумовлено впровадження засобів діагностики на об'єктах транспорту?
3. Для чого проводиться економічний аналіз проектованих засобів діагностики?
4. Що є технічним завданням на проектування нової техніки?
5. Поясніть сенс терміну окупності засобів діагностики.
6. Поясніть сенс коефіцієнта економічної ефективності капіталовкладень на пристрої діагностики.
7. Як визначаються витрати на впровадження нової техніки?
8. Поясніть порядок оцінки експлуатаційних витрат діючих і впроваджуваних засобів діагностики.

ДОДАТКИ Таблиця Д.1 – Індивідуальні завдання для модернізації КРС

Вар.	Реалізувати в схемі стенду наступне завдання	Ус, В
1	При натисненні кнопки «АУТО» відключається ЕДГ М1, Ужив, але включається лампа EL – «ПРОВЕРКА»	Упит=9В
2	Доповнити схему електродвигуном, сигналізацією по місцю при натисненні кнопки керування «Yes3», блокувати кнопку «TEST».	Упит=12В
3	Доповнити схему двома електродвигунами, блоком живлення для зарядки акумулятора, сигналізацією по місцю, керування здійснюється при натисненні кнопки	Упит=14В
4	Доповнити схему електротепловентилятором, сигналізацією по місцю, керування здійснюється кнопкою «Yes1», блокувати кнопку «TEST».	Упит=16В
5	Доповнити схему двома електродвигунами склоочисників, сигналізацією на щиті керування, керування здійснюється при натисненні кнопки «Yes2»	Упит=18В
6	Доповнити схему електродвигуном пневмонасоса, сигналізацією по місцю, блокувати кнопку «TEST», керування здійснюється при натисненні кнопки «NO-1».	Упит=24В
7	Доповнити схему двома електродвигунами, сигналізацією на пульті, , блокувати кнопку «TEST», керування здійснюється при натисненні кнопки «NO-2».	Упит=36В
8	Доповнити схему елементами, що реалізують функцію натиснення кнопки «ВЫКЛ», блокування включення двигуна, системою локального зв'язку.	Упит=14В
9	Доповнити схему двома електродвигунами, сигналізацією по місцю і на пульті при натисненні кнопки управління «Опит», автовключення блоку радіозв'язку с ЦДП.	Упит=16В
10	Доповнити схему трифазним електродвигуном, сигналізацією на пульті керування здійснюється при натисненні кнопки «Yes3», блокувати кнопку «TEST».	Упит=24В
11	Доповнити схему двома електродвигунами, сигналізацією по місцю, блоком визначення місця знаходження об'єкту, керування здійснюється при натисненні кнопки «Yes3»	Упит=18В
12	Доповнити схему двома електродвигунами, сигналізацією на пульті, блоком радіозв'язку, керування здійснюється при натисненні кнопки «NO-3».	Упит=36В
13	Доповнити схему двома електродвигунами, сигналізацією на пульті, керування здійснюється при натисненні кнопки «NO-1», блоком супутникової системи порятунку.	Упит=24В
14	Доповнити схему електродвигуном із захистом від перевантаження, керування здійснюється при натисненні кнопки «Yes1», автосистемою аварійного виявлення об'єкту.	Упит=24В
15	Доповнити схему електродвигуном із захистом від перевантаження, керування здійснюється при натисненні кнопки «Yes3», блокувати кнопку «TEST».	Упит=24В
16	Доповнити схему двома електродвигунами із захистом від перевантаження, сигналізацією на щиті, автосистемою аварійного виявлення об'єкту, керування здійснюється при натисненні кнопки «Yes1».	Упит=36В
17	Доповнити схему електродвигуном із захистом від перевантаження, сигналізацією на пульті, керування здійснюється при натисненні кнопки «Yes2»	Упит=16В
18	Доповнити схему електродвигуном, звуковою сигналізацією на пульті й дистанційною передачею аварійного сигналу, керування здійснюється при натисненні кнопки «Yes3», блокувати кнопку «TEST».	Упит=36В
19	Доповнити схему електродвигуном, звуковою сигналізацією на пульті, керування здійснюється при натисненні кнопки «Yes2», блокувати кнопку "TEST".	Упит=36В
20	Доповнити схему електродвигуном, звуковою сигналізацією на пульті і світловою на ЦДП, керування здійснюється при натисненні кнопки «Yes1»	Упит=24В
21	Доповнити схему елементами, що реалізують функцію натиснення кнопки «АУТО», блокувати кнопку «TEST».	Упит=12В
22	Доповнити схему двома електродвигунами, сигналізацією на пульті, керування здійснюється при натисненні кнопки «Аварія» (внести в схему)	Упит=9В
23	Доповнити схему елементами, що реалізують функцію натиснення кнопки «Насос-2»	Упит=36В
24	Доповнити схему двома електродвигунами, сигналізацією по місцю і на пульті при натисненні кнопки управління «Пожежа» (внести в схему)	Упит=24В
25	Доповнити схему електродвигуном витяжної вентиляції, сигналізацією на пульті при натисненні кнопки управління «Вентиляція» (внести в схему)	Упит=36В
26	Доповнити схему двома електродвигунами, сигналізацією по місцю і на ЦДП, керування здійснюється при натисненні кнопки «Диагноз-1» (внести в схему)	Упит=36В
27	Доповнити схему двома електродвигунами, сигналізацією на пульті, керування здійснюється при натисненні кнопки «Диагностика ходовой» (внести в схему)	Упит=24В
28	Доповнити схему системою повітряочищення, сигналізацією на пульті, керування здійснюється при натисненні кнопки «Повітря» (внести в схему)	Упит=36В
29	Доповнити схему автоматичним кондиціонером із захистом від перевантаження, керування здійснюється при натисненні кнопки «Озон» (внести в схему)	Упит=36В
30	Доповнити схему системою пожежегасіння, керування здійснюється при натисненні кнопки «Пожежа» – виключення тягового двигуна (внести в схему)	Упит=24В

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Нестеров П.В., Шаньгин В.Ф., Горбунов В.Л. и др. Микропроцессоры. В 3-х кн. Кн.1. Архитектура и проектирование микро-ЭВМ. Организация вычислительных процессов. - М.: Высш. шк., 1986. – 495 с.
2. Вершинин О.Е. Применение микропроцессоров для автоматизации технологических процессов. - Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 208 с.
3. Токхайм Р. Микропроцессоры: Курс и упражнения / Пер. с англ., под ред. В.Н. Герасевича. - М.: Энергоатомиздат, 1988. – 336 с.
4. Єсаулов С.М. Методичні вказівки до самостійного вивчення курсу «Елементи систем автоматики і мікропроцесорної техніки». – Харків: ХНАМГ, 2005. – 55 с.
5. Єсаулов С.М. Мікропроцесорні пристрої. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 66 с.
6. Єсаулов С.М. Периферійні компоненти мікропроцесорних пристроїв. Методичні вказівки до виконання контрольної та самостійної робіт. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 63 с.
7. ГОСТ 19002-80. Схемы алгоритмов и программ. Правила выполнения.
8. ГОСТ 19002-80. Схемы алгоритмов и программ. Обозначения условные графические и правила выполнения.
9. ОСТ 11073.915-80. Позначення мікросхем.
10. Ефремов И.С., Калиниченко А.Я., Феоктистов В.П. Цифровые системы управления электрическим подвижным составом с тиристорными импульсными регуляторами. - М.: Транспорт, 1988. – 253 с.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	3
Лабораторна робота № 1. Розробка і аналіз КРС для керування силовим електричним обладнанням	4
Лабораторна робота № 2. Дослідження формувача дискретної інформації на базі оптопари	10
Лабораторна робота № 3. Дослідження і обробка аналогової інформації формувача з модулятором	15
Лабораторна робота № 4. Моделювання аналогового обладнання реальних об'єктів діагностування	22
Лабораторна робота № 5. Розробка багатоканальної системи діагностики рухомого транспорту	27
Лабораторна робота № 6. Дослідження автоматичного пристрою комплексного діагностування обладнання	32
Лабораторна робота № 7. Розробка блоку живлення для пристрою діагностування електрообладнання	36
Лабораторна робота № 8. Оцінка економічних показників проекрованої системи діагностування електрообладнання	42
ДОДАТКИ Таблиця Д.1	45
СПИСОК ДЖЕРЕЛ	46

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт

з дисципліни

**«ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ»**

*(для студентів 4-5 курсів усіх форм навчання
за напрямом підготовки 6.050702 «Електромеханіка»)*

Укладачі: **ЄСАУЛОВ** Сергій Михайлович,
БАБІЧЕВА Ольга Федорівна

Відповідальний за випуск *В. Х. Далека*

В авторській редакції

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2012, поз. 175 М

Підп. до друку 26.09.2012 р.

Формат 60×84/16

Друк на ризографі.

Ум. друк. арк. 2,8

Зам. №

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rektorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.